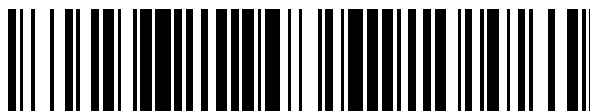


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 678**

51 Int. Cl.:  
**F03B 13/14** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03709120 .4**
- 96 Fecha de presentación: **14.02.2003**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1516118**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.03.2005**

54 Título: **Sistema convertidor de energía de olas de eficiencia y supervivencia mejoradas**

30 Prioridad:  
**20.02.2002 US 80181**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.06.2012**

73 Titular/es:  
**OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC.  
SUITE 1, BUILDING A, 1590 REED ROAD  
PENNINGTON, NJ 08534, US**

72 Inventor/es:  
**CHALMERS, Peter Donald;  
LIDDELL, Jason Robert y  
POWERS, William Blaine**

74 Agente/Representante:  
**Tomas Gil, Tesifonte Enrique**

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).

**ES 2 383 678 T3**

## DESCRIPCIÓN

Sistema convertidor de energía de olas de eficiencia y supervivencia mejoradas

## 5 Antecedentes de la invención

[0001] Esta invención se refiere a la conversión de energía mecánica presente en olas en la superficie de cuerpos de agua en energía útil y, particularmente, a mejoras en el aparato desarrollado recientemente que realiza tal función.

10 [0002] La US6229225B1 divulga un aparato para uso de una masa de agua para capturar energía de olas de superficie en dicha masa de agua dentro de un intervalo de amplitudes hasta una amplitud máxima preseleccionada, el aparato comprendiendo un primer elemento (10) siendo sumergido en una primera profundidad bajo la superficie de la masa de agua y siendo alternativamente movable, en respuesta a olas que sobrepasan, en relación a un segundo elemento (16) y a lo largo de un trayecto la longitud del cual es una función de la amplitud instantánea de dichas olas que sobrepasan.

15 [0003] En las US6291904B1 y US6768216B1, ambas por Carroll y ambas asignadas al cesionario de esta, convertidores de energía de olas (WEC) se describen comprendiendo elementos alargados, generalmente (pero no necesariamente) vacíos en forma de tubo dispuestos en vertical y preferiblemente con orientación completamente sumergida bajo la superficie de una masa de agua (p. ej., un océano) preferiblemente que experimenta olas de superficie grandes en una base suficientemente regular.

20 [0004] Durante operación, variaciones de presión entre las extremidades de la parte superior e inferior del elemento verticalmente alargado sumergido provocado por olas de superficie que sobrepasan causan movimientos relativos de un pistón (p. ej., el elemento mismo o un pistón dispuesto dentro de un espacio vacío en el elemento) para impeler un transductor de conversión de energía.

25 [0005] Experiencia con tales WEC ha demostrado que pueden ser la base de una nueva generación de fuentes de energía rentables y no contaminantes. Un problema con el uso de tales WEC, particularmente en masas grandes de agua, es que las olas de superficie son altamente variables en amplitud y forma. Objetivos deseados en el uso de tales WEC son que operación eficaz sea obtenible sobre un intervalo amplio de condiciones de ola longitudinal y que los WEC pueden sobrevivir incluso en las peores condiciones de tormenta.

Estos objetivos se alcanzan según la presente invención.

## 35 Resumen de la invención

[0006] La invención se caracteriza por un elemento de base para el anclaje del aparato en un suelo de dicha masa de agua, dicho segundo elemento siendo fijamente fijado a dicho elemento de base, dicho elemento de base con un peso suficiente manteniendo dicho elemento de base en contacto con dicho suelo durante la presencia de olas de superficie hasta dicha amplitud preseleccionada mientras permite el levantamiento de dicho elemento de base fuera de dicho suelo durante el paso de olas de superficie con una segunda amplitud preseleccionada en exceso de dicha primera amplitud.

40 [0007] En una forma de realización preferida de la invención, un elemento neutralmente o ligeramente flotante alargado es dispuesto en orientación generalmente vertical a una profundidad seleccionada bajo el nivel de agua medio de una masa de agua. El elemento alargado está vacío, con un extremo superior cerrado y un extremo inferior abierto. El elemento se instala en, en relación verticalmente movable con, un flotador dispuesto en el elemento vacío. El elemento es también fijado a un transductor de energía mecánica, por ejemplo, una prensa hidráulica, para movimientos verticales de conversión del elemento, en respuesta a olas de superficie que sobrepasan, en energía útil.

45 [0008] Una principal característica de los inventivos WEC es que pueden alojar un gran rango de tamaños de olas de superficie produciendo grandes amplitudes de movimiento del elemento movable mientras no perjudica el aparato o requiere un transductor de energía mecánico excepcionalmente grande. Con este fin: a) movimientos extra grandes verticales del elemento movable se colocan por tampón de final de recorrido con elementos amortiguadores; b) el sistema entero es anclado por gravedad al suelo de la masa de agua, permitiendo así el levantamiento del aparato entero fuera de la cama hidrostática en respuesta a demasiados movimientos ascendentes del elemento movable; c) el elemento movable se conecta al transductor de energía mecánica por una conexión de reducción de recorrido, por ejemplo, una manivela o palanca, permitiendo un desplazamiento largo del elemento movable pero un desplazamiento más corto de la parte movable del transductor de energía, por ejemplo, un pistón de una prensa hidráulica; d) válvulas de alivio de presión (p. ej., puertas accionadas por muelle) se proveen diferenciales para reducción de presión excesivamente grande provocada por olas que sobrepasan excesivamente grandes; y e) el elemento que se extiende verticalmente se instala en un soporte de base por una junta universal permitiendo inclinación del elemento en respuesta a movimientos de agua circulante. (En una forma de realización, el elemento que se extiende verticalmente se conecta a uno o más transductores para convertir los movimientos inclinantes del elemento que se extiende verticalmente para energía útil.)

65

[0009] Protección intrínseca contra las condiciones de superficie adversas se provee por la posición normal sumergida del aparato. Protección adicional se provee lastrando selectivamente el aparato para además hundir el aparato hacia o al suelo de agua. El mecanismo de lastración selectivo es adicionalmente útil para cambiar la flotabilidad del elemento móvil en respuesta a condiciones de cambio, por ejemplo, cambios en la flotabilidad de sistema provocados por crecimiento marino en el aparato.

[0010] Para otro aislamiento de condiciones de superficie posiblemente perjudiciales, varios mecanismos de control y transductores, y similares, se disponen dentro de cajas apretadas de agua dispuesta bajo el fondo del elemento móvil y preferiblemente en un elemento de base que proporciona el anclaje de gravedad mencionado en el suelo de agua.

Descripción de los dibujos

[0011]

La figura 1 es un alzado lateral, parcialmente arrancado, de un aparato según la presente invención desplegado en una masa de agua, por ejemplo, un océano; y

Las figuras 2 y 3 son vistas en perspectiva de partes del aparato mostrado en las Fig. 1, Fig. 2 que muestran, parcialmente desfragmentados, una parte superior del aparato, y la Fig. 3 que muestra una parte inferior del aparato;

La figura 4 es un alzado lateral de una parte inferior de un aparato inventivo tal como el mostrado en la Fig. 1, pero mostrando una modificación de este; y

La figura 5 es una vista esquemática de una parte superior de un aparato inventivo tal como el mostrado en la Fig. 1, pero mostrando una modificación de este.

Descripción de formas de realización preferidas de la invención

[0012] Una vista total de un aparato según la presente invención se muestra en la Fig. 1. Detalles determinados del aparato se muestran más claramente en las figuras 2 y 3. Se muestra en las figuras 1 y 2 un tubo alargado vacío 10 con un final superior cerrado 12 (Fig. 2) y un extremo inferior abierto 14. En el uso, el tubo 10 se sumerge completamente (como de ahora en adelante descrito) en orientación vertical dentro de una masa de agua, por ejemplo, un océano con olas de superficie conducidas por viento.

[0013] El principio de operación del aparato inventivo es que los cambios en el nivel de energía del agua, que se pueden expresar como cambios en la presión, debido al paso de picos de ola y depresiones, es mayor cerca de la superficie, y estos cambios de presión decaen exponencialmente con profundidad por debajo de la superficie. Así, la parte superior de un tubo sumergido totalmente experimenta variaciones de presión relativamente grandes mientras la parte inferior del tubo experimenta una presión casi estable esencialmente inafectada por las olas de superficie que pasan. Tal presión estable es esencialmente igual al peso del agua entre el tubo inferior y el nivel de agua medio. Las variaciones de presión entre la parte superior e inferior del tubo causan que el agua (con un tubo abierto terminado, como descrito en la aplicación divisionaria citada anteriormente, S.N. 09/379,421) fluya hacia el interior del tubo cuando un valor máximo de la ola está sobre la parte superior, y que el agua fluya sobre el interior del tubo cuando un seno de la ola está en la parte superior del tubo. Este flujo de agua presurizado proporciona la oportunidad de extraer potencia mecánica de la energía de ola. Con el tubo 10, mostrado aquí, con un extremo superior cerrado, las variaciones de presión inducidas de ola longitudinal causan que el tubo 10 oscile verticalmente. Cómo las oscilaciones verticales se convierten en energía útil se describe ahora.

[0014] Como se señaló previamente, el tubo 10 está dispuesto generalmente en orientación vertical y preferiblemente completamente sumergida. En la forma de realización preferida mostrada aquí (similar a la disposición mostrada en la citada anteriormente US6291904B1) el tubo 10 es móvil en relación a un soporte fijo. Tal soporte puede ser una estructura rígida montada sobre la cama hidrostática, pero es preferiblemente un flotador 16 fijado a una base de anclaje 20 anclada al suelo de la masa de agua por el peso de la base de anclaje 20 más que de cadenas de anclaje 21, como de ahora en adelante se describe.

[0015] Más convenientemente, el tubo 10 (Fig. 2) incluye el flotador 16 y, debido a que el tubo es alargado verticalmente, el flotador 16 de forma similar es alargado.

[0016] El flotador 16 tiene preferiblemente una flotabilidad grande y corresponde a una estructura fija rígidamente montada sobre la cama hidrostática pero con la excepción de que algún desplazamiento horizontal del flotador puede ocurrir en respuesta a movimientos de agua horizontales. Tales desplazamientos horizontales del flotador generalmente ocurren a un índice lento y, esencialmente, la función del flotador 16 es la de proporcionar un soporte situado fijamente para el tubo 10.

La selección de la posición del tubo 10 y el flotador relativamente al nivel de agua medio de la masa de agua se describe en las solicitudes de patente citadas anteriormente.

[0017] Un fijación preferida del flotador 16 a la base de anclaje 20 es mediante una columna tubular 24 de acero (revestida con una pintura de calidad marina) fijada a la base de anclaje mediante una junta universal 26 de tipo conocido. Así, mientras la columna 24 es firmemente fijada a la base de anclaje 20, la columna puede pivotar como mucho 90° de vertical y en cualquier dirección de la brújula. Tal capacidad de inclinación, como se describe de ahora en adelante, añade ambos a la supervivencia del sistema y la potencia suministrada de este. La base de anclaje 20, mostrada mejor en la Fig. 3, se forma de barras de acero terminando, en lados opuestos de la base, en un par de flotadores de acero. En la posición sumergida mostrada en la Fig. 1, los flotadores se llenan de agua y se añaden al peso de la base 20. Cuando los flotadores se soplan y completan de aire, la flotabilidad de los flotadores, con aquella del flotador 16, es suficiente para hacer flotar el aparato entero mostrado en la Fig. 1. El aparato puede ser arrastrado después, en la orientación horizontal flotante, por un vaso de superficie para transporte y despliegue a un sitio del océano seleccionado. En tal sitio, los flotadores son gradualmente anegados para un suave hundiendo de la base 20 en el fondo del océano; el aparato automáticamente asume la orientación vertical deseada.

[0018] Varios componentes de sistema, por ejemplo, convertidores de potencia, sensores y similares, son convenientemente montados sobre la base de anclaje 20, quitándose así completamente de la acción de la ola, pero se accesibles, por ejemplo, por un zambullidor, o por una eslinga de hilo de la superficie, para mantenimiento o sustitución y similares.

[0019] La base de anclaje 20, con sus cadenas de anclaje 21, es de masa suficiente para anclaje de gravedad del sistema firmemente apropiado durante uso normal, es decir, en relación con olas de superficie hasta amplitud máxima con la cual el sistema se diseña para trabajo de forma segura. Con olas en exceso de tal amplitud máxima, y generalmente de tales fuerzas enormes como podrían causar daño a las partes móviles del sistema, la base de anclaje es de masa suficientemente pequeña como para ser completamente levantada fuera del fondo marino para tomar de otra manera demasiada fuerzas verticales. Así, durante las condiciones ola excesivas, la base de anclaje es reiteradamente elevada fuera del fondo marino y repositada en el fondo marino sin daño al sistema. También, recorrido del tubo 10 en relación al flotador 16 puede continuar durante los movimientos de base por los cuales la potencia continúa para ser generada incluso en caso contrario (moderadamente) condiciones de tormenta de superficie peligrosas.

[0020] Tal y como se menciona, el flotador 16 es rígidamente fijado a la base de anclaje 20 por la columna tubular 24. El tubo 10 es también montado sobre la columna 24, pero de manera deslizante a lo largo de medios de cojinetes 34 que rodean la columna 24 y dispuesto por encima y por debajo del flotador 16. En la Fig. 2, el cojinete inferior 34 es mostrado conectado por rayos radiales 36 a anillos 38 rígidamente fijados al interior del tubo 10. En el extremo superior del tubo 10, como se muestra en la Fig. 2, el anillo de fijación 38 y el cojinete 34 son mostrados desfragmentados con solo un único radio 36 siendo mostrado. Durante la operación, el tubo 10 alterna a lo largo de la columna 24 en relación al flotador 16.

[0021] El movimiento de tubo relativo al flotador fijo es el mecanismo para convertir energía de ola (la fuerza que impele el tubo) en energía útil. Aquí, el tubo 10 es rígidamente conectado (vía el anillo 38- Fig. 3) al pistón 44 de una prensa hidráulica 46 rígidamente montada en la columna 24. (Otros mecanismos conocidos para convertir la energía cinética del tubo oscilante en energía útil, por ejemplo, un generador eléctrico, pueden ser usados.)

[0022] Una característica de la presente invención es que el tubo 10 se conecta al pistón de prensa hidráulica 44 por una conexión de reducción de recorrido. Esto se acomoda mejor a condiciones de océano típicas donde los movimientos de tubo pueden variar sobre un intervalo relativamente grande mientras requiere solo un intervalo de desplazamiento más corto del pistón cilíndrico 44. Una ventaja de esto es que pueden ser usados cilindros hidráulicos más cortos, por lo tanto, generalmente menos costosos.

[0023] Aquí, la conexión de reducción de recorrido comprende una palanca 50 (Fig. 3) con un extremo 52a pivotalmente fijada a un par de barras 54 pivotalmente fijadas al anillo 38 al final del extremo inferior 14 del tubo 10 (Fig. 1). Otro extremo 52b de la palanca 50 es pivotalmente fijado a las extremidades de un axel 56 (Fig. 1) rígidamente fijado, por un poste 58, a la columna 24. El pistón hidráulico 44 es pivotalmente fijado a la palanca 50 aproximadamente a mitad del camino de la longitud entre las dos extremidades de la palanca 52a e 52b, la reducción de recorrido es así aproximadamente 1:2. Correspondiendo a tal reducción de recorrido de aproximadamente 1:2 hay una ampliación de la fuerza transmitida por la palanca 50 de aproximadamente 2:1. Una ventaja de esto se describe más adelante.

[0024] Como se ha explicado, la columna 24 se instala por una junta universal en la base de anclaje 20 permitiendo el pivoteo o inclinación de la columna en respuesta a movimientos de agua circulares provocados por olas de superficie que sobrepasan. Para capturar la energía cinética presente en los movimientos de inclinación una y otra vez de la columna 24 (y los mecanismos montados sobre esta), un transductor de energía, por ejemplo, un cilindro hidráulico 46a (Fig. 4) similar a la prensa hidráulica verticalmente dispuesta 46, es así dispuesto siendo bombeado en respuesta a los movimientos de inclinación del cilindro. Debido a que la inclinación de la columna puede ocurrir en cualquier dirección, el cilindro 46a se instala para acomodarse a tales movimientos. Así, mientras el cilindro 46a se instala en orientación generalmente horizontal en un soporte 46b, el soporte 46b se instala para rotación vertical sobre un eje horizontal 46c montado sobre un soporte 46d montado, sucesivamente, para rotación horizontal sobre un eje vertical 46e fijado a la base de anclaje 20.

[0025] Sujetando el final 44a del pistón 44b de la prensa hidráulica 46a cerca del punto pivotante de la columna 24, es decir, justo ligeramente sobre la junta universal 26, cantidades relativamente grandes de inclinación de columna se pueden acomodar solo con movimientos axiales relativamente pequeños del pistón 44b.

5 [0026] Diferentes transductores, dispuestos circunferencialmente alrededor de la columna 24, pueden ser usados.

[0027] Un mecanismo de absorción de impacto, o de tampón de recorrido, es también proporcionado para disipar energía cinética demasiado absorbida por el sistema en respuesta a olas de amplitud excesivamente alta. Mecanismos amortiguadores de absorción de energía se conocen y estos mecanismos diferentes, tales como muelles enrollados, pueden ser usados. Aquí, como se muestra en la Fig. 2, el mecanismo de tampón de recorrido comprende una barra delantera rígida 60, por ejemplo, una barra de metal, asegurada rígida y fijamente a una parte superior de la columna 24. Montados sobre el tubo 10, para movimiento con él en relación a la barra delantera fija 60, hay dos ensamblajes de absorción de impacto 62a y 62b dispuestos respectivamente por encima y por debajo de la barra delantera 60. Los dos ensamblajes 62a y 62b son rígidamente montados dentro de un ensamblaje bastidor de soporte 64 comprendiendo un número de interconectado de elementos de apoyo que forman una jaula rígida rígidamente fijada al interior del tubo 10. Los elementos de absorción o de tampón de recorrido de los ensamblajes 62a y 62b son dos pares de bloques rectangulares 68 de un material elástico con características de deformación bajo tensiones conocidas y provisión de resistencia elástica conocida contra la energía de impacto. Cada par de bloques se instalan entre un bastidor delantero 72 y un bastidor de soporte dispuesto opuestamente 74.

[0028] Durante la operación, el tubo 10, tal y como se describe anteriormente, se mueve arriba y abajo en relación a la columna fijada en posición 24 en respuesta a olas que pasan. Con las olas más predominantes de amplitud anticipada, los movimientos del tubo 10 son insuficientes para llevar los ensamblajes de absorción de impacto 62a y 62b en contacto con la barra fija delantera 60, y toda la energía cinética del tubo móvil 10 está disponible para bombear la prensa hidráulica 46 para generar energía útil. Con olas que sobrepasan de aumento de amplitud en exceso del intervalo operativo seguro del sistema, los ensamblajes de absorción de impacto 62a y 62b se conducen en contacto con las barras delanteras 60, frenando y parando así otros movimientos de flotador. En el proceso de frenado, los bloques elásticos 66 de los ensamblajes de absorción de impacto 62a y 62b elásticamente ceden para absorber la energía cinética del tubo 10 para llevar el tubo a una parada gradual en bien sus movimientos arriba o abajo en relación a la columna 24.

[0029] Como se ha explicado, otros medios de absorción de impacto pueden ser usados. Una ventaja del sistema aquí usado es que se basa en el uso de elementos de tampón, por ejemplo, los bloques elásticos 66 que están disponibles comercialmente en una gama amplia de tamaños y con características de deformación bajo tensiones conocidas y que han sido específicamente desarrollados para funciones de absorción de energías similares. Los bloques elásticos 66, adecuadamente ensamblados juntos entre pares de marcos tal como se muestran como marcos 72 y 74 en la Fig. 2, están disponibles comercialmente.

[0030] Mientras la base de anclaje 20 se prevé para moverse bajo condiciones de tormenta, debe permanecer generalmente en su lugar. Con este fin, la base 20 es preferiblemente anclada por anclas convencionales firmemente fijadas al fondo marino pero conectadas a la base por cadenas relativamente largas. Las cadenas largas proporcionan libertad para los movimientos de levantamiento mencionados de la base sin permitir el escape del sistema de su sitio anclado. Cadenas relativamente pesadas se usan para adición al peso de la base 20.

[0031] Dispuestos en el extremo superior 12 del tubo 10 y el flotador 16 hay tanques de flotabilidad. En la Fig. 2, un tanque 80 se muestra (una mitad de este siendo cortado de fuera para uso ilustrativo) en la parte superior del tubo 10, y una serie en línea de tanques separados 82 se muestran rodeando la columna 24 dentro del tubo 10. Un fin de los tanques de flotabilidad 80 y 82 es que, cuando las tormentas de superficie son excesivamente severas, los tanques de flotabilidad se anegan causando hundiendo del tubo y del flotador. Debido a que la columna 24 soporta el tubo y el flotador se fija a la base deslizante 20 por una junta universal, tal "hundimiento" se realiza por una inclinación de la columna para llevar el extremo superior del sistema a una profundidad segura por debajo de la zona de energía alta de ola longitudinal.

[0032] Otro fin de los tanques de flotabilidad 82 en el extremo superior 12 del tubo 10 es ajustar la flotabilidad del sistema en respuesta a cambios en la masa del sistema por crecimiento marino. Por ejemplo, el crecimiento marino debería aumentar el peso del tubo o del flotador, para causar pérdida de flotabilidad e inclinar la columna, lastre de agua se puede quitar de los tanques.

[0033] Como previamente se ha mencionado, y descrito más completamente en las solicitudes de patente citadas anteriormente, olas de superficie que sobrepasan inducen variaciones de presión entre los extremos superior e inferior del tubo 10. Tales variaciones de presión aparecen a través del final cerrado del tubo entre el agua en el tubo y el agua circundante, y el tubo 10 se conduce arriba o abajo dependiendo de tales variaciones de presión. Con olas excesivamente altas, los diferenciales de presión pueden conducir el tubo 10 con fuerzas tan altas como para dañar el sistema. Otra característica de seguridad, según la presente invención, es el uso de medios de alivio de presión en el extremo superior 12 del tubo 10. Más simplemente, los medios de alivio de presión pueden comprender (Fig. 5) solapas accionadas por muelle 84 y 86 en el extremo de la pared 12a del extremo superior 12 del tubo 10. Muelles enrollados 88

se proveen para la polarización de la solapa 84 cerrada contra presión interna relativamente alta y la solapa 86 cerrada contra presión externa relativamente alta. Cuando la presión diferencial, ya sea más o menos, entre el agua en el tubo 10 y el agua circundante excede, a través del extremo superior cerrado del tubo 10, un nivel preseleccionado, las solapas diagonales de muelle respectivas son forzadas a abrirse para reducir inmediatamente la presión diferencial y así nivel inmediatamente de otra manera demasiadas fuerzas de aceleración en el tubo 10. Medios de alivio de presión, por ejemplo, válvulas de resorte y similares, son conocidos.

[0034] La operación del sistema se recapitula ahora.

[0035] Durante operación normal, es decir, con niveles de agua anticipados y amplitudes de ola, el sistema descansará en el fondo marino en posición generalmente fijada vertical con el extremo superior cerrado 12 del tubo 20 a una profundidad preseleccionada por debajo del nivel de agua medio para recogida óptima de energía de las olas entonces más predominantes. Mientras las olas de superficie pasan sobre el tubo 10, el tubo se balancea arriba y abajo en relación al flotador 16 para bombear la prensa hidráulica 46 para presionar petróleo en este. El petróleo presurizado (desde extremos opuestos del cilindro por encima y por debajo de la cabeza del pistón en el cilindro) se conduce por tubos de presión 72 a un transductor conocido 76, por ejemplo, un motor hidráulico que impele un generador eléctrico. (Esto se nota en que tecnología para convertir energía cinética, por ejemplo, derivada de agua y viento, es bien conocida, y varios de estos sistemas de conversión de energía pueden ser usados.) Otra ventaja del uso del mecanismo de palanca 50 para agrandar la amplitud de las fuerzas transmitidas a la prensa hidráulica es que presiones hidráulicas superiores puede ser generadas. Tales presiones más altas, por ejemplo, en el intervalo de 6,89 a 17,24 MPa (1000 a 2500 psi), son eficaces (como generalmente se conoce) para aumentar la eficiencia de operación del motor hidráulico y el generador eléctrico conducido por el motor hidráulico.

[0036] Un problema importante afrontado por todos los sistemas destinados para instalación permanente en un entorno de océano es protección y supervivencia contra las tormentas del océano. Aquí, como las olas aumentan en amplitud, la ola provoca variaciones de presión de agua entre el extremo superior e inferior del tubo aumenta (según los efectos de la ola longitudinal previamente descrita), tendiendo así a aumentar la longitud de carrera del tubo 10 relativamente al flotador 16. Inicialmente, como el tubo 10 se conduce con fuerza en aumento, el exceso de energía del tubo se absorbe por el sistema de tampón de recorrido descrito. Mientras la energía es perdida así en el sistema de tampón, el daño al sistema es evitado y, más importantemente, la energía sigue siendo proporcionada por el sistema.

[0037] Con otros aumentos de amplitud de ola y otras fuerzas, en el tubo 10, el impacto violento del extremo superior del tubo 12 con el sistema de tampón superior supera el peso de la base de anclaje 20 levantando así a este del suelo del océano (pero no lo libera de sus anclas). Elevar la base de anclaje 20 es también un medio de absorción de energía, además así protege el sistema. Nótese que, para cada ola, la base 20 antes se eleva y luego se empuja hacia abajo contra el lecho del océano, pero no tan violentamente como para causar ningún daño. Nuevamente, durante los movimientos de este tipo de la base de anclaje, energía sigue siendo generada por el sistema.

[0038] Con todavía aún olas más grandes, las válvulas de alivio de presión se abren reduciendo la presión de diferenciales que impelen el tubo 10. Finalmente, la energía de ola debería hacerse tan grande que los medios de disipación de energía no sean adecuados para proteger el sistema, lastre de agua se toma en los tanques de flotabilidad para sumergir el tubo a una profundidad de forma segura por debajo de las olas de superficie.

[0039] Durante la operación, los controles de sistema son dispuestos de forma segura en la base de anclaje 20 bajo la superficie del agua. Aunque movimientos de la base deslizante pueden ocurrir, como se describe, el agua por encima y por debajo de la base de anclaje tiende a movimientos de tampón de esta para reducir parcialmente demasiada aceleración e impactos.

[0040] Como se ha explicado, los tanques de flotabilidad se usan para optimizar rendimiento y protección del sistema contra daño. La operación repetida requiere tanto potencia como una fuente de aire.

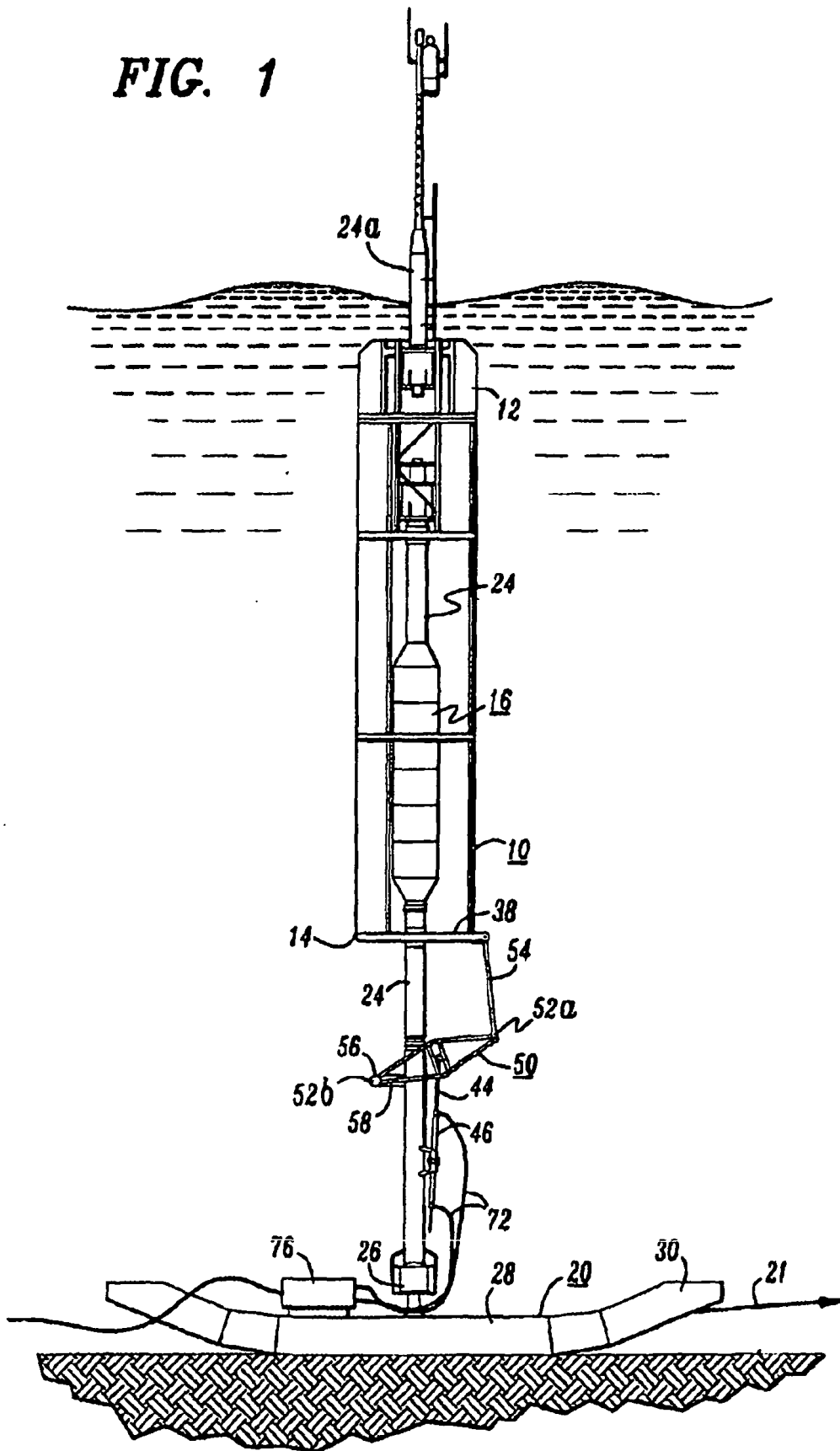
[0041] El sistema genera energía eléctrica, preferiblemente en la estación (para evitar bombeo del fluido hidráulico sobre distancias largas) y alguna energía eléctrica se almacena en una batería en la base de anclaje para el trabajo de los tanques de lastre.

[0042] Como se muestra en la Fig. 1 (pero se omite en la Fig. 2), un mástil 90 se instala en el extremo superior del tubo 10 para extensión sobre la superficie del agua y las olas sobre esta por las cuales la ubicación del WEC (típicamente en un campo de WEC) puede ser visual y electrónicamente determinada. También, señales radiofónicas pueden retransmitirse detallando la condición del WEC y señales radiofónicas se pueden recibir y transmitir por cable al sistema de control sumergido para operación del sistema, por ejemplo, anegando y soplando los tanques de lastre 80 y 82. El mástil incluye preferiblemente un conducto de aspiración para aire de bombeo a través del mástil y en tanques de reserva para los tanques de lastre.

**REIVINDICACIONES**

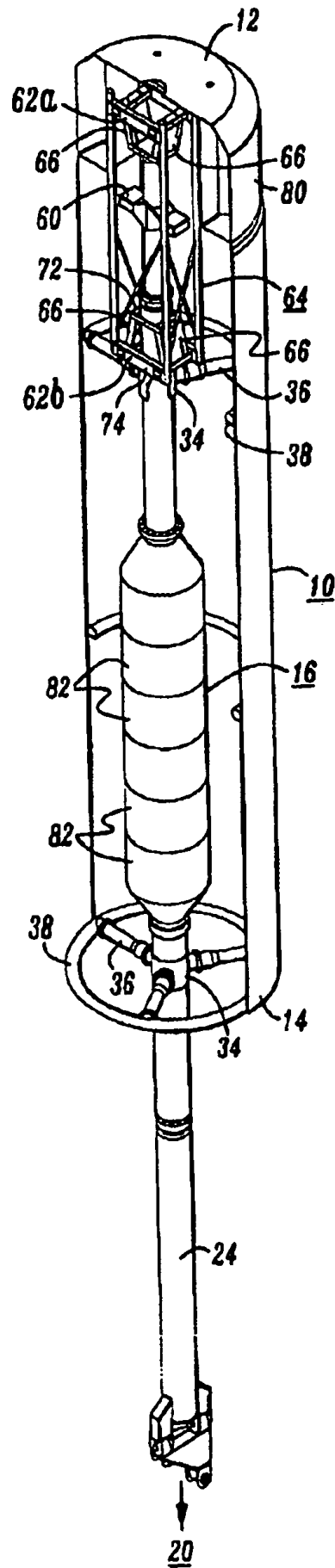
- 5 1. Aparato para uso en una masa de agua para captura de energía de olas de superficie en dicha masa de agua dentro de un intervalo de amplitudes hasta una amplitud máxima preseleccionada, comprendiendo el aparato un primer elemento (10) siendo sumergido a una primera profundidad bajo la superficie de la masa de agua y siendo alternativamente movable, en respuesta a olas que lo sobrepasan, en relación a un segundo elemento (16) y a lo largo de un trayecto la longitud del cual es una función de la amplitud instantánea de dicha olas que lo sobrepasan, **caracterizado por el hecho de que** un elemento de base (20) para el anclaje del aparato en un suelo de dicha masa de agua, dicho segundo elemento (16) siendo fijamente fijado a dicho elemento de base, dicho elemento de base (20) con un peso suficiente manteniendo dicho elemento de base en contacto con dicho suelo durante la presencia de olas de superficie hasta dicha amplitud preseleccionada mientras permite el levantamiento de dicho elemento de base de dicho suelo durante el paso de olas de superficie con una segunda amplitud preseleccionada en exceso de dicha primera amplitud.
- 15 2. Aparato según la reivindicación 1, donde dicho segundo elemento (16) se monta pivotalmente (26) en dicho elemento de base (20) y es de tal flotabilidad positiva en cuanto a extenderse sustancialmente verticalmente hacia arriba desde dicho elemento de base.
- 20 3. Aparato según la reivindicación 2, incluyendo un transductor (46a) conectado a dicho segundo elemento (16) para convertir energía cinética presente en inclinaciones de dicho segundo elemento fuera de dicha vertical en respuesta a olas que pasan, en energía útil.
- 25 4. Aparato según la reivindicación 2, donde dicho primer elemento comprende un tubo vacío (10) con un extremo superior cerrado (12) y un extremo inferior abierto (14), e incluyendo medios de alivio de presión (84, 86, 88) en dicho extremo superior para la ventilación del interior del extremo superior de dicho tubo vacío al agua ambiental sobre acumulación de una presión de agua diferencial a través de dicho extremo en exceso de una presión diferencial preseleccionada.
- 30 5. Aparato según la reivindicación 2, incluyendo medios de flotabilidad variables (80, 82) para la disminución de la flotabilidad de dicho segundo elemento para causar que dicho segundo elemento (16) se incline de la vertical en respuesta a las olas de superficie que sobrepasan con una amplitud preseleccionada en exceso de dicha segunda amplitud.
- 35 6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo un ensamblaje de tampón (60-68) montado en dicho trayecto para limitar movimiento de dicho elemento movable en respuesta a la presencia de olas que sobrepasan una amplitud en exceso de dicha amplitud máxima preseleccionada.
- 40 7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo un medio de anclaje (21) conectado a dicho elemento de base limitando movimientos verticales de dicho elemento de base para cantidades preseleccionadas.
- 45 8. Aparato según la reivindicación 1, incluyendo una conexión de transferencia de fuerza (50-58) entre dicho primer elemento movable (10) y una parte movable de un transductor (46), dicha conexión de transferencia proporciona una ventaja mecánica para multiplicar la fuerza siendo transferida en la proporción inversa a una reducción en la longitud de desplazamiento de dicha parte movable de transductor en comparación con la longitud de trayecto de dicho primer elemento.

**FIG. 1**

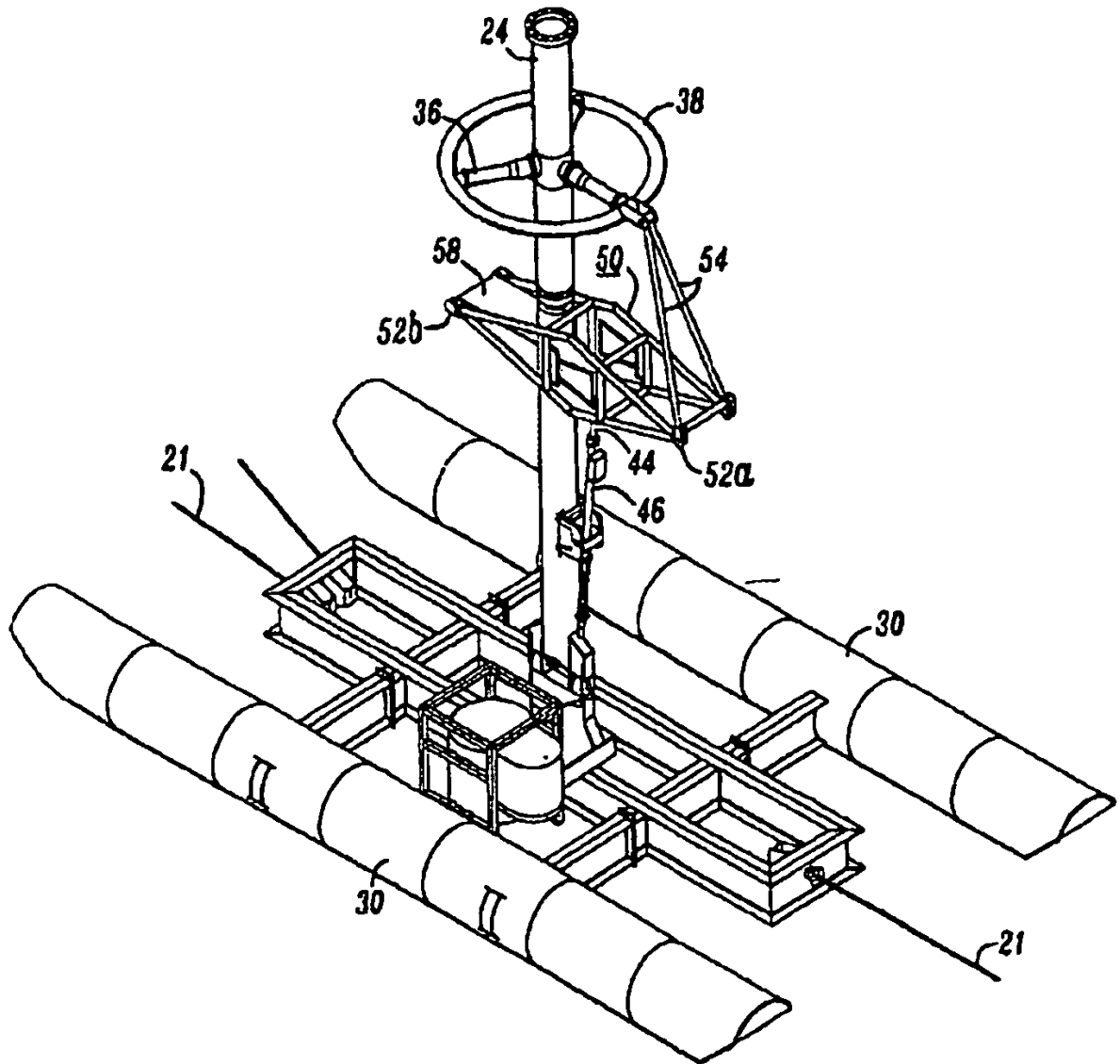




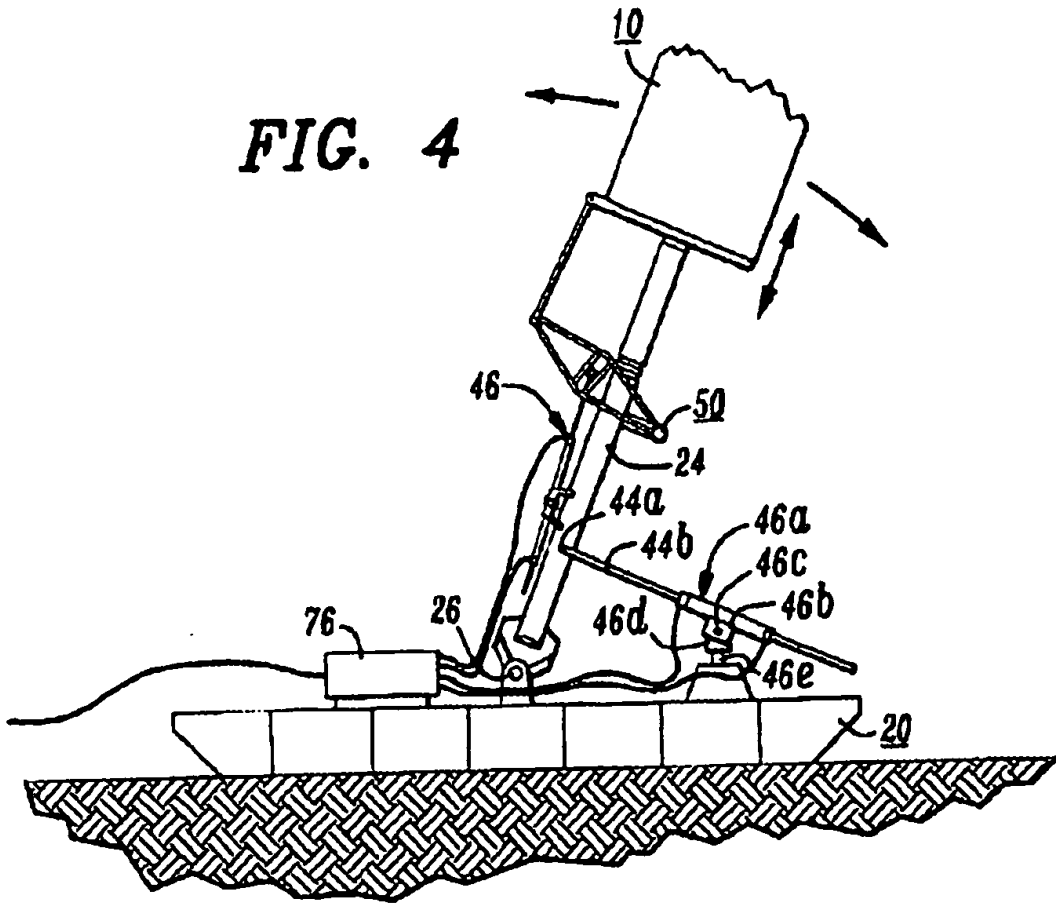
**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

