

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 547 954**

(51) Int. Cl.:

E02B 9/08 (2006.01)

F03B 13/18 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2006 E 06760989 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 1913204**

(54) Título: **Un dispositivo de captura de energía de olas**

(30) Prioridad:

12.08.2005 AU 2005904359

26.07.2006 AU 2006904031

(73) Titular/es:

BIOPOWER SYSTEMS PTY. LTD. (100.0%)

18 Beresford Street

Mascot, NSW 2020, AU

(72) Inventor/es:

FINNIGAN, TIMOTHY DONEGAL

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 547 954 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

Un dispositivo de captura de energía de olas

Campo de la invención

La presente invención está relacionada con dispositivos de captura de energía de olas.

- 5 La presente invención ha sido desarrollada principalmente para la captura de energía de olas oceánicas para la generación de electricidad. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a esta aplicación particular y también puede instalarse una bomba en vaivén de agua marina para producir agua marina a alta presión que se utilizará para la desalinización o para impulsar otros dispositivos externos.

Antecedentes de la invención

- 10 Los dispositivos conocidos de captura de energía de olas incluyen una base y una paleta conectada de manera pivotante a la base. La paleta es impulsada para oscilar de manera pivotante alrededor de un eje generalmente horizontal, como respuesta a las fuerzas de las olas oceánicas, para impulsar un generador. La paleta es típicamente una placa sólida. La paleta tiene una alineación fija, y por consiguiente pivota solo en un plano fijo. La paleta también mantiene un recorrido fijo de movimiento de funcionamiento independiente de las condiciones 15 oceánicas predominantes. En el documento WO 2004/097212-A se describe un dispositivo de captura de energía de olas en forma de una paleta montada en un lecho marino.

La magnitud y la dirección de las fuerzas de las olas aplicadas a los dispositivos conocidos de captura de energía de olas varían según las condiciones oceánicas predominantes. Las fuerzas de olas pueden ser muy bajas en condiciones de océano en calma y extremadamente altas en condiciones oceánicas extremas, tal como en 20 huracanes y ciclones. Los dispositivos conocidos sobreviven a las fuerzas de olas extremadamente altas asociadas con las condiciones oceánicas extremas bien al hacerse suficientemente fuertes como para soportar las fuerzas altas o al diseñarse para evitar una gran cantidad de las fuerzas de olas, o con una combinación de ambas.

Una desventaja de hacer dispositivos de captura de energía de olas suficientemente fuertes como para soportar fuerzas de olas extremadamente altas es que los dispositivos tienden a ser muy grandes y pesados.

- 25 Una desventaja de diseñar los dispositivos para evitar una gran cantidad de la fuerza de olas, con el fin de manejar condiciones oceánicas extremas, es que los dispositivos funcionan con menor rendimiento en condiciones oceánicas más calmadas.

Una desventaja adicional de los dispositivos conocidos de captura de energía de olas es que funcionan 30 ineficazmente cuando la dirección de la propagación de olas se mueve sin alineación con la alineación fija de la paleta.

Otra desventaja de los dispositivos conocidos de captura de energía de olas es que la paleta sólida tiende a reflejar, en lugar de capturar, la energía de olas.

Objetivo de la invención

- 35 El objetivo de la presente invención es superar substancialmente o por lo menos mejorar una o más de las desventajas anteriores.

Compendio de la invención

Por consiguiente, en un primer aspecto, la presente invención proporciona un dispositivo de captura de energía según la reivindicación 1.

- 40 Preferiblemente, a dicho miembro de transferencia de energía se le conecta una máquina para extraer energía del movimiento oscilatorio de dicha paleta. La máquina se adapta preferiblemente para recibir un par de torsión desde dicho miembro de transferencia de energía. La máquina puede funcionar preferiblemente como motor y como generador. Más preferiblemente, dicha máquina incorpora un motor/generador sincrónico de imán permanente. En una forma preferida, dicho motor/generador está completamente sellado, y puede llenarse con gas inerte a presión, para evitar la corrosión interna o las fugas.

- 45 Preferiblemente, el conjunto de ajuste de paleta incluye un sensor para sentir un valor indicativo de las fuerzas de olas aplicadas a la paleta. Más preferiblemente, el conjunto de ajuste de paleta incluye un controlador, que responde a dicho sensor, que se adapta para transmitir una señal para ajustar el intervalo de ángulos si el valor sentido se encuentra fuera de un intervalo predeterminado. El controlador se adapta preferiblemente para controlar la aplicación de energía externa a la máquina para mover la paleta hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta se reduzcan si el valor sentido es indicativo de las fuerzas de olas que pueden dañar el dispositivo.

Preferiblemente, la configuración en la que se reducen las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal de la paleta se inclina aún más con respecto a un plano vertical dibujado perpendicular a la dirección de propagación de las olas. Dependiendo del valor indicado por el sensor, la paleta puede moverse hasta una configuración, y mantenerse en esta, substancialmente paralela a la dirección de propagación de las olas para minimizar las fuerzas de olas aplicadas a la paleta.

El controlador también se adapta preferiblemente para controlar la aplicación de energía externa a dicha máquina para mover la paleta hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta se aumentan si el valor sentido por el sensor es indicativo de las fuerzas de olas que no dañarán el dispositivo y que es menor que lo óptimo en lo referente a rendimiento de captura de energía. Preferiblemente, la configuración en la que se aumentan las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal de la paleta se eleva con respecto a la paralela a la dirección de la propagación de las olas.

Preferiblemente, dicha paleta incluye una distribución de palas espaciadas. Más preferiblemente, dichas palas están espaciadas generalmente a lo largo de dicho primer eje de pivote. En una forma preferida, la distribución de palas se agitan hacia fuera desde un extremo más cercano a la base hacia un extremo opuesto libre. En una realización, las palas están provistas de unas orillas de ataque substancialmente hidrodinámicas. Sin embargo, en otra realización, dichas palas están provistas de unas orillas de ataque generalmente oblicuas.

Preferiblemente, dicha paleta se auto-orienta con respecto a la dirección de propagación de las olas. Más preferiblemente, dicha paleta también se adapta para montarse de manera pivotante con respecto a la superficie sumergida alrededor de un segundo eje de pivote, que generalmente es perpendicular a dicho primer eje de pivote.

En una realización, la base se adapta para montarse de manera pivotante en la superficie sumergida alrededor de dicho segundo eje de pivote. Sin embargo, en otras realizaciones, la base se adapta para fijarse a la superficie sumergida y la paleta se monta de manera pivotante en la base alrededor de dicho segundo eje de pivote.

Preferiblemente, un eje se conecta de manera pivotante a dicha base alrededor de dicho primer eje de pivote y dicha paleta se conecta fijamente a dicho eje y se extiende desde este. El eje se conecta preferiblemente a la base mediante un soporte que se monta rotatoriamente en dicha base alrededor de dicho segundo eje de pivote. En una forma preferida, entre dicho eje y dicha base se proporcionan unos apoyos lubricados por agua.

Preferiblemente, durante el uso, dicho primer eje de pivote es sustancialmente horizontal y dicho segundo eje de pivote es substancialmente vertical.

En una realización, la base se adapta para montarse de manera pivotante en la superficie sumergida. Sin embargo, en otras realizaciones, la base se adapta para fijarse a la superficie sumergida y la paleta se adapta para montarse de manera pivotante en la base alrededor de dicho segundo eje de pivote.

Preferiblemente, a dicha paleta se le conecta una máquina para extraer energía del movimiento oscilatorio de dicha paleta. La máquina se adapta preferiblemente para recibir un par de torsión desde dicho miembro de transferencia de energía. La máquina puede funcionar preferiblemente como motor y como generador. Más preferiblemente, dicha máquina incorpora un motor/generador sincrónico de imán permanente. En una forma preferida, dicho motor/generador está completamente sellado, y puede llenarse con gas inerte a presión, para evitar la corrosión interna o las fugas.

Preferiblemente, un conjunto de ajuste de paleta se asocia con la paleta y se adapta para ajustar dicho intervalo de ángulos en magnitud y/o posición angular con respecto a dicho primer eje de pivote. Más preferiblemente, el conjunto de ajuste de paleta incluye un sensor para sentir un valor indicativo de las fuerzas de olas aplicadas a la paleta. En una forma preferida, el conjunto de ajuste de paleta incluye un controlador, que responde a dicho sensor, que se adapta para transmitir una señal para ajustar dicho intervalo de ángulos si el valor sentido se encuentra fuera de un intervalo predeterminado. El controlador se adapta preferiblemente para controlar la aplicación de energía externa a la máquina para mover la paleta hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta se reduzcan si el valor sentido es indicativo de las fuerzas de olas que pueden dañar el dispositivo.

Preferiblemente, la configuración en la que se reducen las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal de la paleta se inclina aún más con respecto a un plano vertical dibujado perpendicular a la dirección de la propagación de las olas. Dependiendo del valor indicado por el sensor, la paleta puede moverse hasta una configuración, y mantenerse en esta, substancialmente paralela a la dirección de propagación de las olas para minimizar las fuerzas de olas aplicadas a la paleta.

El controlador también se adapta preferiblemente para controlar la aplicación de energía externa a dicha máquina para mover la paleta hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta se aumentan si el valor sentido es indicativo de las fuerzas de olas que no dañarán el dispositivo y que es menor que lo óptimo en lo referente a rendimiento de captura de energía. Preferiblemente, la configuración en la que se aumentan las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal de la paleta se eleva con respecto a la paralela a la dirección de la propagación de las olas.

- Preferiblemente, dicha paleta incluye una distribución de palas espaciadas. Más preferiblemente, dichas palas están espaciadas generalmente a lo largo de dicho primer eje de pivote. En una forma preferida, la distribución de palas se agitan hacia fuera desde un extremo más cercano a la base hacia un extremo opuesto libre. En una realización, las palas están provistas de unas orillas de ataque substancialmente hidrodinámicas.
- 5 Sin embargo, en otra realización, dichas palas están provistas de unas orillas de ataque generalmente oblicuas.
- Preferiblemente, un eje se conecta de manera pivotante a dicha base alrededor de dicho primer eje de pivote y dicha paleta se conecta fijamente a dicho eje y se extiende desde este. El eje se conecta preferiblemente a la base mediante un soporte que se monta de manera pivotante en dicha base alrededor de dicho segundo eje de pivote. En una forma preferida, entre dicho eje y dicha base se proporcionan unos apoyos lubricados por agua.
- 10 Preferiblemente, durante el uso, dicho primer eje de pivote es sustancialmente horizontal y dicho segundo eje de pivote es substancialmente vertical.
- Preferiblemente, a dicha paleta se le conecta una máquina para extraer energía del movimiento oscilatorio de dicha paleta. La máquina se adapta preferiblemente para recibir un par de torsión desde dicho miembro de transferencia de energía. La máquina puede funcionar preferiblemente como motor y como generador. Más preferiblemente, dicha máquina incorpora un motor/generador sincrónico de imán permanente. En una forma preferida, dicho motor/generador está completamente sellado, y puede llenarse con gas inerte a presión, para evitar la corrosión interna o las fugas.
- 15 20 Preferiblemente, un conjunto de ajuste de paleta se asocia con la paleta y se adapta para ajustar dicho intervalo de ángulos en magnitud y/o posición angular con respecto a dicho primer eje de pivote. Más preferiblemente, el conjunto de ajuste de paleta incluye un sensor para sentir un valor indicativo de las fuerzas de olas aplicadas a la paleta. En una forma preferida, el conjunto de ajuste de paleta incluye un controlador, que responde a dicho sensor, que se adapta para transmitir una señal para ajustar el alcance de movimiento de la paleta si el valor sentido se encuentra fuera de un intervalo predeterminado. El controlador se adapta preferiblemente para controlar la aplicación de energía externa a la máquina para mover la paleta hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta se reduzcan si el valor sentido es indicativo de las fuerzas de olas que pueden dañar el dispositivo.
- 25 30 Preferiblemente, la configuración en la que se reducen las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal de la paleta se inclina aún más con respecto a un plano vertical dibujado perpendicular a la dirección de la propagación de las olas. Dependiendo del valor indicado por el sensor, la paleta puede moverse hasta una configuración, y mantenerse en esta, substancialmente paralela a la dirección de propagación de las olas para minimizar las fuerzas de olas aplicadas a la paleta.
- 35 40 Preferiblemente, el controlador también se adapta preferiblemente para controlar la aplicación de energía externa a dicha máquina para mover la paleta hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta se aumentan si el valor sentido por el sensor es indicativo de las fuerzas de olas que no dañarán el dispositivo y que es menor que lo óptimo en lo referente a rendimiento de captura de energía. Preferiblemente, la configuración en la que se aumentan las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal de la paleta se eleva con respecto a la paralela a la dirección de la propagación de las olas.
- 45 Preferiblemente, dichas palas están espaciadas generalmente a lo largo de dicho primer eje de pivote. En una forma preferida, la distribución de palas se agitan hacia fuera desde un extremo más cercano a la base hacia un extremo opuesto libre. En una realización, las palas están provistas de unas orillas de ataque substancialmente hidrodinámicas. Sin embargo, en otra realización, dichas palas están provistas de unas orillas de ataque generalmente oblicuas.
- 50 55 Preferiblemente, dicha paleta se auto-orienta con respecto a la dirección de propagación de las olas. Más preferiblemente, dicha paleta también se adapta para montarse de manera pivotante con respecto a la superficie sumergida alrededor de un segundo eje de pivote, que generalmente es perpendicular a dicho primer eje de pivote. En una realización, la base se monta de manera pivotante en la superficie sumergida. Sin embargo, en otras realizaciones, la base se fija a la superficie sumergida y la paleta se monta de manera pivotante en la base alrededor de dicho segundo eje de pivote.
- Preferiblemente, un eje se conecta de manera pivotante a dicha base alrededor de dicho primer eje de pivote y dicha paleta se conecta fijamente a dicho eje y se extiende desde este. El eje se conecta preferiblemente a la base mediante un soporte que se monta de manera pivotante en dicha base alrededor de dicho segundo eje de pivote. En una forma preferida, entre dicho eje y dicha base se proporcionan unos apoyos lubricados por agua.
- Preferiblemente, durante el uso, dicho primer eje de pivote es sustancialmente horizontal y dicho segundo eje de pivote es substancialmente vertical.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá una realización preferida de la presente invención, solo a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos acompañantes, en donde;

- 5 La Fig. 1, es una vista en alzado frontal de una realización preferida de un dispositivo de captura de energía de olas según la presente invención;
- La Fig. 2 es una vista esquemática en perspectiva del sistema de la Fig. 1 mostrado en un modo operativo para condiciones de olas normales;
- La Fig. 3 es una vista esquemática en perspectiva del sistema de la Fig. 1 mostrado en un modo operativo para olas grandes;
- 10 La Fig. 4 es una vista esquemática en perspectiva del sistema de la Fig. 1 mostrado en un modo operativo para condiciones extremas de huracán o ciclón;
- La Fig. 5, es una vista en alzado frontal de una realización alternativa de un dispositivo de captura de energía de olas según la presente invención;
- 15 La Fig. 6 es una vista esquemática en perspectiva del sistema de la Fig. 5 mostrado en un modo operativo para condiciones de olas normales;
- La Fig. 7 es una vista esquemática en perspectiva del sistema de la Fig. 5 mostrado en un modo operativo para olas grandes;
- La Fig. 8 es una vista esquemática en perspectiva del sistema de la Fig. 5 mostrado en un modo operativo para condiciones extremas de huracán o ciclón; y
- 20 La Fig. 9 muestra unas vistas horizontales en sección transversal a través de varias realizaciones alternativas de palas.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

- Haciendo referencia a los dibujos, el dispositivo 10 de captura de energía de olas comprende una base 12 que tiene un reborde circular de montaje 13 adaptado para una conexión fija a una superficie sumergida (es decir lecho marino) 14 mediante una pluralidad de pernos de anclaje 15. En la base 12 se monta rotatoriamente un soporte 16 alrededor de un eje de pivote 18 que se extiende generalmente en perpendicular (es decir verticalmente) desde el suelo oceánico 14. En el soporte 16 se monta de manera pivotante un eje 20 alrededor de un eje de pivote 22 que se extiende generalmente paralelo (es decir horizontalmente) a la superficie sumergida 14. Entre el soporte 16 y la base 12 así como entre el eje 20 y el soporte 16 se proporcionan unos apoyos 24 lubricados por agua.
- 30 Una paleta alargada flotante 26 que tiene un eje longitudinal 27 se conecta fijamente en un extremo al eje 20 y tiene un extremo opuesto libre. Por consiguiente, la paleta 26 es pivotante con respecto a la base 12 y la superficie se sumerge 14 alrededor de ambos ejes 18 y 22. La paleta 26 se adapta para oscilar angularmente en un intervalo de ángulos alrededor del eje 22 cuando el movimiento de las olas aplica una fuerza a la paleta 26.
- 35 La paleta 26 incluye una distribución de palas de superficie lisa 28 espaciadas de manera generalmente lineal a lo largo del eje 22. La distribución de palas 28 se agitan hacia fuera desde un extremo más cercano a la base 12 hacia un extremo opuesto libre. Esta agitación de las palas 28, combinada con el montaje pivotante de la paleta 26 alrededor de los ejes 18 y 22, hace que la paleta 26 se auto-orienta con la dirección de propagación de las olas para maximizar la cantidad de fuerza de olas capturada.
- 40 Las palas 28 también se espacian de manera óptima, de tal manera que el agua pase alrededor y entre las palas 28 de una manera tal como para crear las mayores fuerzas posibles para las condiciones predominantes. Esta disposición espaciada de las palas 28 también permite absorber una gran parte de la energía de cada ola, produciéndose una reflexión mínima. Si se utiliza una sola pala ancho en lugar de una distribución, entonces la mayor parte de la energía sería reflejada desde la parte central sólida de la pala ancha.
- 45 Preferiblemente las palas 28 están provistas de unas orillas de ataque substancialmente hidrodinámicas, como se muestra en las Figs. 1 a 4. Las palas hidrodinámicas transfieren preferencialmente las fuerzas debidas a la aceleración del movimiento de las olas, al tiempo que se minimizan las fuerzas opuestas de arrastre. En muchas situaciones, esto conduce a un rendimiento óptimo. En otras situaciones, puede ser deseable aprovechar preferencialmente las fuerzas de arrastre, en cuyo caso se prefieren las palas con orillas de ataque oblicuas, tal como se muestra en las Figs. 5 a 8. La forma, rigidez, espaciamiento y flotación de la paleta 28 se pueden optimizar mediante experimentación para maximizar la conversión de energía en unas condiciones dadas de olas para una ubicación geográfica en particular.

La oscilación angular de la paleta 26 alrededor del eje 22 impulsa un miembro de transferencia de energía, en forma de un árbol (no se muestra) que se extiende desde el eje 20. El árbol impulsa el rotor de una máquina en forma de un motor/generador 30 sincrónico de imán permanente. El motor/generador 30 está completamente sellado, y puede llenarse con gas inerte a presión, para evitar la corrosión interna o las fugas. El motor/generador 30 se expone a una carga eléctrica, de tal manera que se establece un par de torsión para resistir el par de torsión aplicado creado por las fuerzas de olas. Cuando el eje 20 oscila angularmente contra este par de torsión resistente, el motor/generador 30 produce energía eléctrica para abastecer a una red eléctrica de distribución. En determinadas circunstancias, puede ser deseable impulsar el eje 20 contra las fuerzas de olas o sostener la paleta 26 en una posición fija en presencia de fuerzas variables. Este efecto se logra al suministrar energía al motor/generador 30 desde la red eléctrica de distribución, de tal manera que el motor/generador 30 impulse la paleta 26.

Durante el uso, las palas 28 de paleta capturan y convierten las fuerzas de olas por lo menos de tres maneras. En primer lugar, cuando una cresta de ola se aproxima a la distribución de palas 28, el flujo de agua que pasa por la distribución se ve restringido parcialmente, lo que tiene como resultado una acumulación momentánea de agua en el lado mar adentro de la distribución. Esto a su vez hace crea una fuerza neta sobre las palas 28 en la dirección de propagación de las olas. Esta fuerza se traslada a lo largo de las palas 28 al eje 20 y contribuye a la oscilación angular sobre parte del ciclo de olas. El efecto descrito en esta memoria constituye una conversión de la energía potencial en las olas (que se debe a la diferencia de altura entre las crestas y los valles de ola) en energía mecánica en el eje 20.

Un segundo modo de captura de energía es una conversión directa de las fuerzas de arrastre sobre las palas 28 debido al flujo oscilatorio por debajo de las olas que pasan. Este flujo oscilatorio imparte una fuerzas de arrastre sobre las palas 28 que se trasladan a lo largo de las palas 28 al eje 20 y que contribuyen a la oscilación angular controlada del eje 20. Esta acción constituye una conversión directa de la energía cinética contenida en el campo de olas y que se plasma en el movimiento del agua.

Otro modo de conversión de energía cinética se debe a la aceleración de las partículas de agua por debajo de la superficie. A medida que el flujo oscila adelante y atrás, y en menor medida (en agua poco profunda) hacia arriba y hacia abajo, las partículas de agua aceleran y luego deceleran y se detienen y luego revierten su dirección. Se sabe bien que estas aceleraciones imparten unas fuerzas significativas en los cuerpos sumergidos y a menudo se denominan fuerzas de aceleración o fuerzas de masa añadida. El último término se refiere al hecho de que las fuerzas impartidas al cuerpo resultan de la masa añadida de agua que debe ser acelerada para pasar alrededor de un cuerpo. En el abanico de condiciones de olas adecuadas para el funcionamiento del dispositivo, las fuerzas de aceleración a menudo son dominantes con respecto a las otras fuerzas descritas arriba. El movimiento del dispositivo 10 se controla de manera óptima, de tal manera que todas las fuerzas se utilizan para maximizar el rendimiento de conversión de energía.

El dispositivo 10 se adapta para la instalación en profundidades intermedias de agua de alrededor de 15-45 m, de tal manera que las palas 28, cuando están orientados verticalmente, se extienden ligeramente por encima del nivel medio del agua. En tales profundidades de agua, los movimientos de partículas de agua son predominantemente horizontales, pero también tiene una componente vertical más pequeña, con el flujo oscilando adelante y atrás en la dirección de propagación de las olas. A medida que las olas se propagan pasando por las palas 28, el movimiento del agua imparte sobre las palas 28 una fuerza variable en el tiempo. Esta fuerza, que oscila adelante y atrás, hace que las palas 28 y el eje 20 oscilen angularmente, alrededor del eje de pivote 22, impulsando de este modo el motor/generador 30 y generando energía eléctrica. La naturaleza de esta fuerza oscilante se describe parcialmente con la ecuación de Morrison, que tiene la forma,

$$F = Cd(1/2\rho U^2)*A + Cm(\rho dU/dt)*V,$$

donde el primer término surge debido al arrastre hidrodinámico (como se describe arriba) sobre las palas 28 y el segundo término se debe a la aceleración del agua alrededor de las palas 28 (como se describe arriba). Por lo tanto, el dispositivo 10 utiliza las fuerzas debidas a la velocidad y a la aceleración del agua. En algunos casos, las fuerzas de arrastre y aceleración pueden contrarrestarse entre sí en parte de la ola. La forma y la orientación de la pala pueden optimizarse para utilizar preferencialmente la fuerza de aceleración o de arrastre.

La orientación hidrodinámica mostrada en las Figs. 1 a 4 maximiza preferencialmente las fuerzas de aceleración mientras que la orientación oblicua mostrada en las Figs. 5-8 maximiza preferencialmente las fuerzas de arrastre. Otras posibles formas y configuraciones beneficiosas de pala se muestran en la Fig. 9, en la que pueden utilizarse interacciones más complejas entre las palas y los movimientos de fluido. En la Fig. 9, la flecha F indica la dirección de propagación de las olas.

Además, la desviación de la superficie libre debida al paso de olas hace que una masa de agua se acumule en el lado mar adentro de la distribución de palas 28. Esto tiene como resultado una presión hidrostática por la distribución y una fuerza neta que tiende a hacer oscilar angularmente el eje 20 en la misma dirección que las otras fuerzas apreciadas. La suma de efectos de estas fuerzas es impulsar eficazmente el eje 20 de una manera oscilatoria angularmente de tal manera que se produzca energía en los recorridos adelante y atrás.

Dependiendo de las condiciones de olas, que generalmente se caracterizan por la altura y el periodo de las olas, se ajusta el alcance de movimiento de la paleta 26 para optimizar la conversión de energía y para evitar daños al dispositivo 10. Esto se logra utilizando un conjunto de ajuste de paleta asociado con la paleta 26. El conjunto de ajuste de paleta incluye un sensor (no se muestra) para sentir un valor indicativo de las fuerzas de olas aplicadas a

5 la paleta 26 y un controlador (no se muestra) que responde al sensor para controlar la aplicación de energía externa al motor/generador 30 para ajustar la magnitud y/o la posición angular del intervalo de ángulos en los que oscila la paleta 26 con respecto al eje de pivote 22.

En condiciones normales de funcionamiento, cuando hay poco riesgo de daño estructural en el dispositivo, y se deseja convertir una cantidad máxima de energía incidente, la paleta 26 se configura para oscilar alrededor de un 10 plano casi vertical, como se muestra en las Figs. 2 y 6.

Cuando hay olas suficientemente grandes, el sensor (no se muestra) siente un valor indicativo de las fuerzas de olas que pueden dañar la paleta 26. Como respuesta, el controlador (no se muestra) controla la aplicación de energía externa al motor/generador 30 para impulsar la paleta 26 hasta una configuración en la que la posición media de la paleta 26 está inclinada con respecto al eje 18, como se muestra en las Figs. 3 y 7, de tal manera que se permite que parte de la energía de ola pase sin ser aprovechada y el dispositivo 10 puede continuar funcionando con 15 seguridad. La posición inclinada se mantiene mediante el ajuste de la resistencia que se expone al motor/generador 30, de tal manera que las fuerzas de restablecimiento (debidas principalmente a la flotación) bajo olas grandes no son suficientes para elevar el dispositivo por encima de un nivel predeterminado. El motor/generador 30 también 20 puede consumir energía externa de una red eléctrica de distribución de electricidad durante cortos intervalos para frenar el movimiento de la paleta 26 de una manera controlada y limitar de ese modo su alcance de oscilación.

En el caso raro de que haya condiciones de huracán o ciclón, el sensor siente un valor indicativo de fuerzas de olas aplicadas indicativas de un caso extremo. Como respuesta, el controlador controla la aplicación de energía externa al motor/generador 30 para impulsar la paleta 26 hasta una configuración hidrodinámica plana contra el suelo 25 oceánico, como se muestra en las Figs. 4 y 8. La paleta 26 se sostiene estacionaria en esta posición por la continua aplicación de una cantidad relativamente pequeña de energía externa al motor 30. En esta posición, las palas 28 se retiran de la trayectoria de las fuerzas grandes debidas a olas de huracán, y se alinean con pequeñas velocidades de fondo, de tal manera que las fuerzas de olas se minimizan y el dispositivo 10 permanece protegido contra daños.

Cuando pasa el acontecimiento extremo, el sensor detecta la vuelta a las condiciones más normales, y el controlador 30 controla la aplicación de energía externa al motor/generador 30 para elevar la paleta 26 desde la paralela al suelo oceánico hasta una posición media en la que se aumentan las fuerzas de olas aplicadas a la paleta 26. Si, en esta nueva posición, el sensor siente un valor indicativo de fuerzas de olas que no dañarán el dispositivo 10 y que son menores que el óptimo en lo referente a rendimiento de captura de energía de olas, entonces el controlador controla como respuesta la aplicación de la energía externa al motor 30 para elevar aún más la paleta 26.

El dispositivo 10 también está provisto de un sensor (no se muestra) para detectar la presencia de estructuras móviles cercanas, tales como botes o ballenas. El controlador (no se muestra) también puede responder a este 35 sensor para mover la paleta 26 hasta la configuración hidrodinámica mostrada en las Figs. 4 y 8 hasta que la estructura se mueve fuera del alcance.

La base 12 forma parte de un amarre para conectar el dispositivo 10 al lecho marino 16. El amarre se describe con detalle en la solicitud de patente provisional australiana anterior del solicitante con nº 2006904030 y la solicitud de 40 patente internacional en tramitación con la presente que reivindica prioridad según la convención sobre la misma, cuyas descripciones se incorporan en esta memoria por referencia.

El dispositivo 10 puede instalarse como una sola unidad, o puede instalarse en múltiples para formar un campo de energía de olas, con la energía vinculada a un bus de DC y entregada a la costa a través de un solo cable.

45 Se apreciará que los diversos modos de funcionamiento permiten al dispositivo 10 funcionar en todas las condiciones excepto en las más extremas y raras. Esta es una clara ventaja sobre los dispositivos conocidos de energía de olas, que quedan inoperativos con olas moderadamente grandes. Una ventaja adicional es que el dispositivo 10 puede instalarse en regiones propensas a ciclones y huracanes, en las que no podría utilizarse la mayor parte de dispositivos conocidos de energía de olas, ya que no sobrevivirían a las condiciones oceánicas predominantes. También se apreciará que el tamaño y el peso del dispositivo 10 se reducen ventajosamente en 50 comparación con los dispositivos conocidos de captura de energía de olas, ya que el dispositivo 10 ajusta su configuración dependiendo de las condiciones oceánicas predominantes. Por consiguiente, el coste de fabricación e instalación del dispositivo 10 se reduce en comparación con los dispositivos conocidos similares. Otra ventaja del dispositivo 10 es que el uso de una distribución de palas espaciadas 28 permite absorber una gran parte de la energía de cada ola, produciéndose una mínima reflexión. El dispositivo 10 también se auto-orienta ventajosamente 55 con la dirección de propagación de las olas para maximizar su rendimiento de captura de energía de olas. Una ventaja adicional es que el uso de una configuración hidrodinámica de pala permite una captura preferencial de las fuerzas de aceleración de las olas, y el uso de una configuración oblicua de pala permite una captura preferencial de fuerzas de arrastre de ola.

Si bien la presente invención se ha descrito haciendo referencia a una realización específica, se apreciará que puede plasmarse de muchas otras formas. Por ejemplo:

- las palas puede disponerse horizontalmente en lugar de verticalmente;
- la paleta puede impulsar una bomba en vaivén de agua marina para crear agua marina a alta presión que se utilizará para desalinización o para impulsar otros dispositivos externos;
- las palas puede alinearse a lo largo de más de un eje, o con una disposición circular u otra;
- las palas puede encerrar unos medios para ajustar su distribución interna de peso mediante el cambio de la posición de una masa, o cogiendo o expulsando agua marina, como medios para alterar la respuesta a las olas para maximizar el rendimiento;
- 10 • las palas pueden ser substancialmente flexibles, o estar articuladas en una o más articulaciones, como medios para lograr una respuesta en movimiento que aumente la transferencia de energía al motor/generador 30;
- las palas puede sumergirse substancialmente cuando están orientadas verticalmente en el nivel medio del mar, o pueden sobresalir ligeramente desde la superficie del mar; y/o
- 15 • puede instalarse un solo dispositivo con más de un motor/generador, cada uno conectado a una paleta aparte, y cada uno moviéndose con respecto a los otros de tal manera que se logre una interacción beneficiosa que lleve a un aumento del rendimiento.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) de captura de energía de olas que comprende:
una base (12) adaptada para una conexión fija a una superficie sumergida (14);
por lo menos una paleta alargada (26) que tiene un eje longitudinal (27), una parte extrema superior y
5 una parte extrema inferior, y que se monta de manera pivotante en dicha base (12), alrededor de un primer eje de pivote (22), para una oscilación angular en un intervalo de ángulos cuando el movimiento de las olas aplica fuerza a dicha paleta (26); y
un miembro de transferencia de energía conectado a dicha paleta (26) y adaptado para ser impulsado por la oscilación angular de dicha paleta,
- 10 caracterizado por que
dicha por lo menos una paleta (26) es flotante y tiene una distribución de palas espaciadas (28).
2. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 1 que comprende además una máquina (30) conectada a dicha paleta (26) para extraer energía del movimiento oscilatorio de dicha paleta.
- 15 3. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 2, en donde dicha máquina (30) se adapta para recibir un par de torsión desde dicho miembro de transferencia de energía.
4. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en donde dicha máquina (30) puede funcionar como motor y como generador.
5. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde dicha máquina (30) incorpora un motor/generador sincrónico de imán permanente.
- 20 6. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 5, en donde dicho motor/generador (30) está completamente sellado.
7. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en donde dicho motor/generador (30) se llena con gas inerte presurizado.
- 25 8. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, que comprende además un conjunto de ajuste de paleta asociado con la paleta (26) y adaptado para ajustar dicho intervalo de ángulos en magnitud y/o posición angular con respecto a dicho primer eje de pivote (22).
9. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 8 en donde dicho conjunto de ajuste de paleta incluye un sensor para sentir un valor indicativo de las fuerzas de olas aplicadas a la paleta (26).
- 30 10. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 9, en donde el conjunto de ajuste de paleta incluye un controlador, que responde a dicho sensor, que está adaptado para transmitir una señal para ajustar el alcance de movimiento de la paleta (26) si el valor sentido se encuentra fuera de un intervalo predeterminado.
11. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 10, en donde dicho controlador se adapta para controlar la aplicación de energía externa a la máquina para mover la paleta (26) hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta se reduzcan si el valor sentido es indicativo de unas fuerzas de olas que pueden dañar el dispositivo (10).
- 35 12. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 11, en donde la configuración en la que se reducen las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta (26) es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal (27) de la paleta (26) se inclina aún más con respecto a un plano vertical dibujado perpendicular a la dirección de la propagación de las olas.
- 40 13. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde si el valor indicado por el sensor es indicativo de unas fuerzas de olas mayores que una magnitud predeterminada, la paleta (26) se mueve a una configuración, y se mantiene en esta, substancialmente paralela a la dirección de propagación de las olas para minimizar las fuerzas aplicadas a la paleta.
- 45 14. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde el controlador se adapta para controlar la aplicación de energía externa a dicha máquina (30) para mover la paleta hasta una configuración en la que las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta (26) se aumentan si el valor sentido por el sensor es indicativo de unas fuerzas de olas que no dañarán el dispositivo (10) y que es menor que lo óptimo en lo referente a rendimiento de captura de energía.

15. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 14, en donde la configuración en la que se aumentan las fuerzas de olas aplicadas a dicha paleta es una configuración en la que la posición media del eje longitudinal (27) de la paleta (26) se eleva en paralelo a la dirección de la propagación de las olas.
- 5 16. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en donde dichas palas (28) es espacian generalmente a lo largo de dicho primer eje de pivote (22).
17. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en donde la distribución de palas (28) se agitan hacia fuera desde un extremo más cercano a la base (12) a un extremo libre opuesto.
- 10 18. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en donde dichas palas (28) incluyen unas orillas de ataque substancialmente hidrodinámicas.
19. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en donde dichas palas (28) incluyen unas orillas de ataque generalmente oblicuas.
20. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en donde dicha paleta (26) se auto-orienta con respecto a la dirección de propagación de las olas.
- 15 21. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 20, en donde dicha paleta (26) se adapta para montarse de manera pivotante con respecto a la superficie sumergida (14) alrededor de un segundo eje de pivote (18), que generalmente es perpendicular a dicho primer eje de pivote (22).
22. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 21, en donde la base (12) se adapta para montarse de manera pivotante en la superficie sumergida (14).
- 20 23. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 21, en donde la base (12) se adapta para fijarse a la superficie sumergida (14) y la paleta (26) se monta de manera pivotante en la base (12) alrededor de dicho segundo eje de pivote (18).
- 25 24. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, que comprende además un eje (20) conectado de manera pivotante a dicha base (12) alrededor de dicho eje de pivote (22), y en donde dicha paleta (26) se conecta fijamente a dicho primer eje (20) y se extiende desde este.
- 25 25. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 24, en donde dicho eje (20) se conecta a la base (12) mediante un soporte (16) que se monta de manera pivotante en dicha base (12) alrededor de un segundo eje de pivote (18), que generalmente es perpendicular a dicho primer eje de pivote (22).
- 30 26. Un dispositivo de captura de energía de olas según la reivindicación 24 o la reivindicación 25, que comprende además unos apoyos (24) lubricados por agua entre dicho eje (20) y dicha base (12).
27. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, en donde, durante el uso, dicho primer eje de pivote (22) es sustancialmente horizontal.
28. Un dispositivo de captura de energía de olas según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23 o 25, en donde, durante el uso, dicho segundo eje de pivote (27) es sustancialmente vertical.

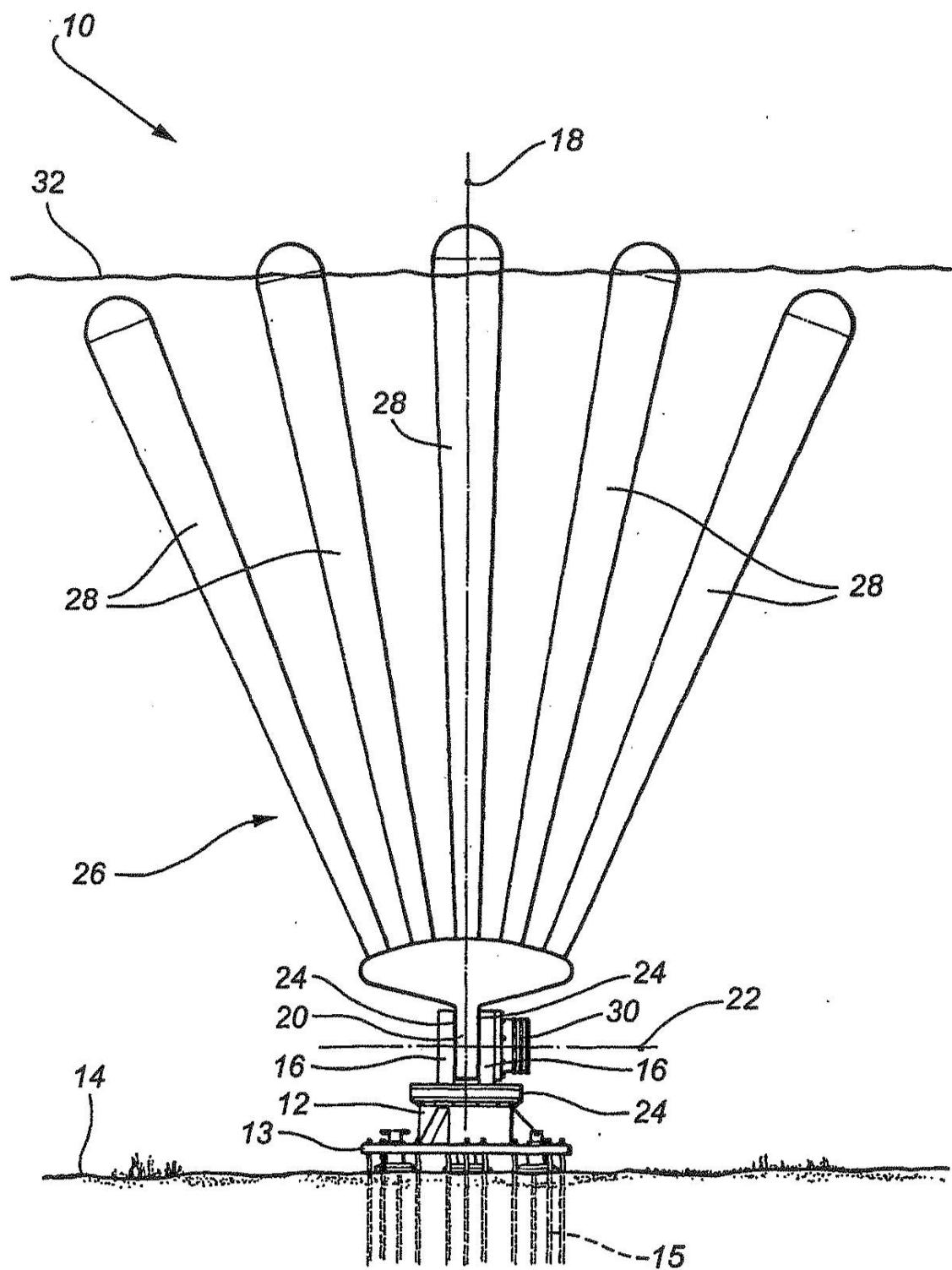
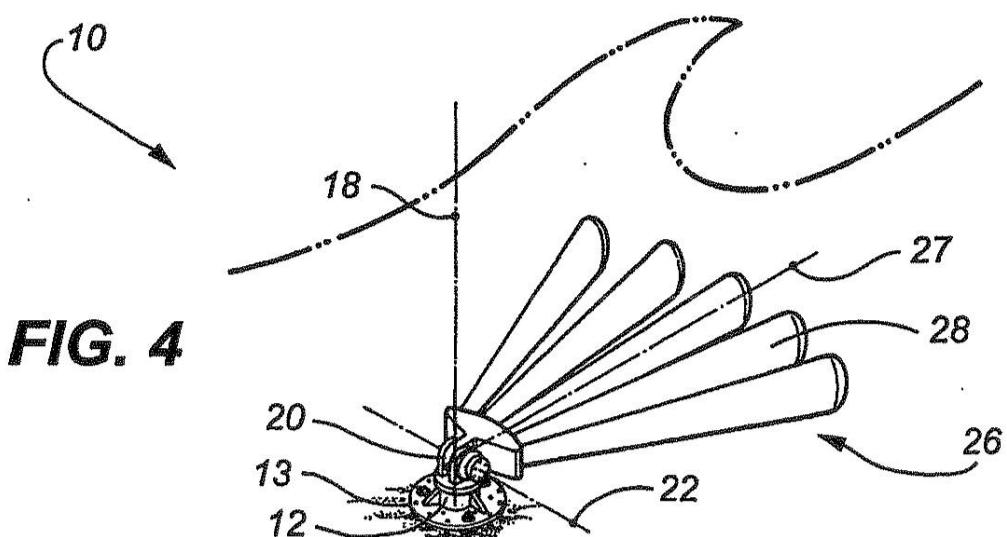
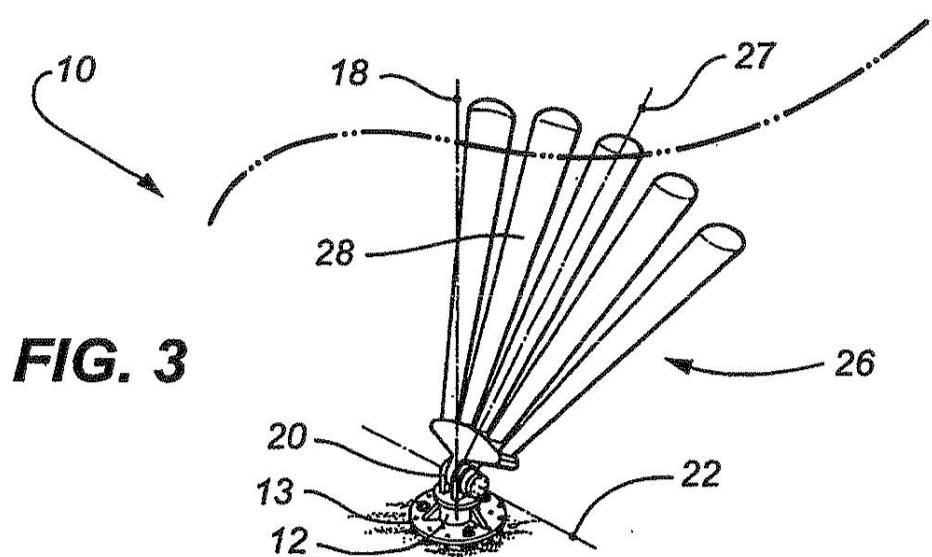
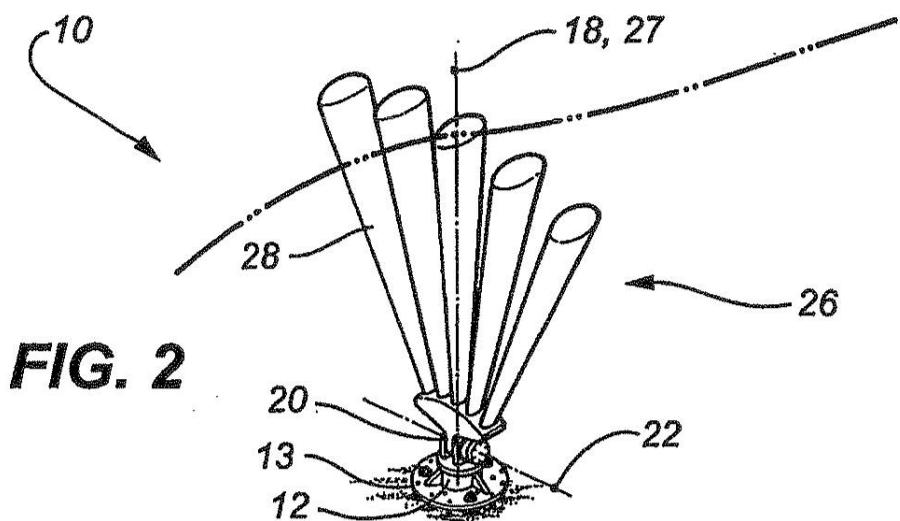


FIG. 1



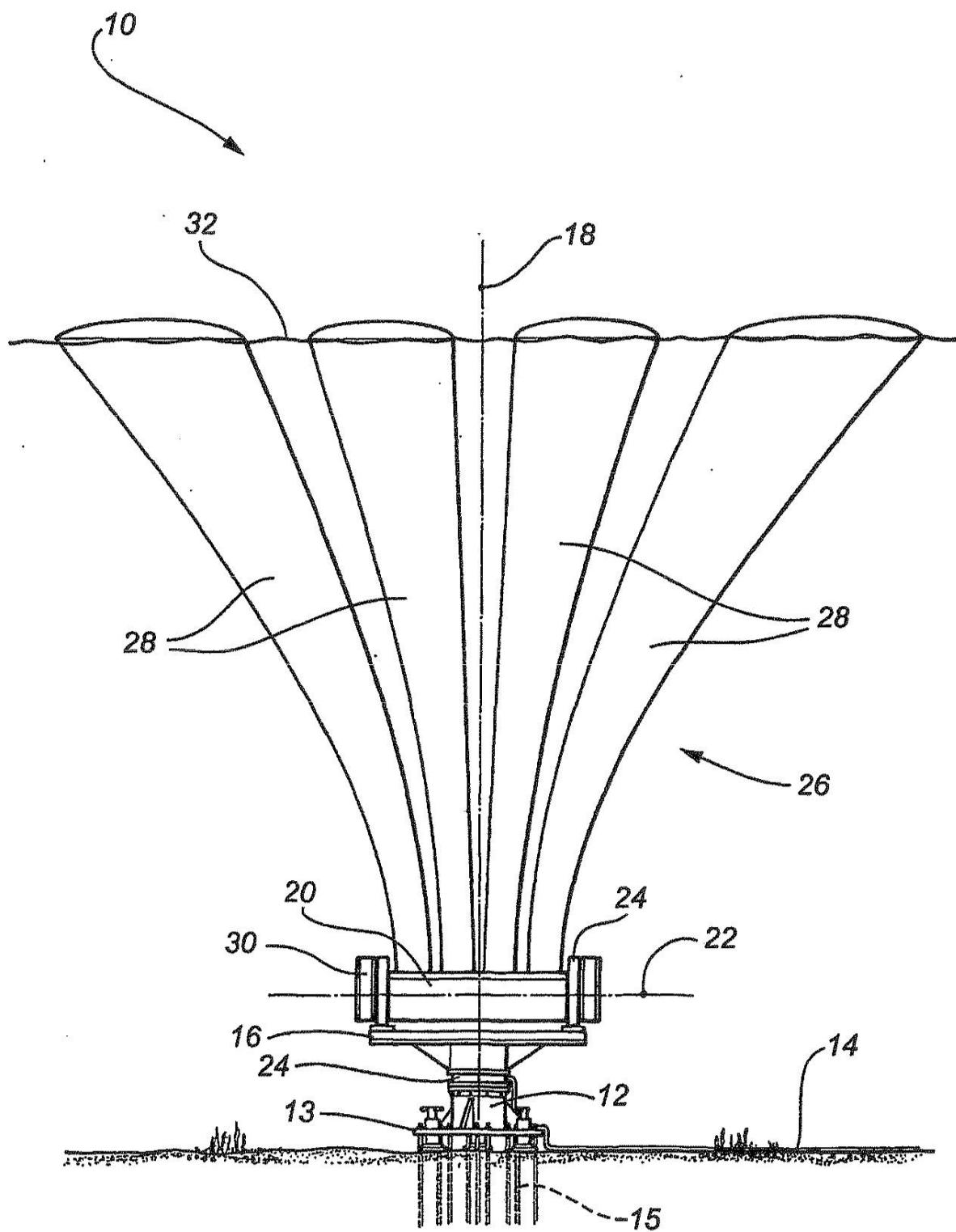
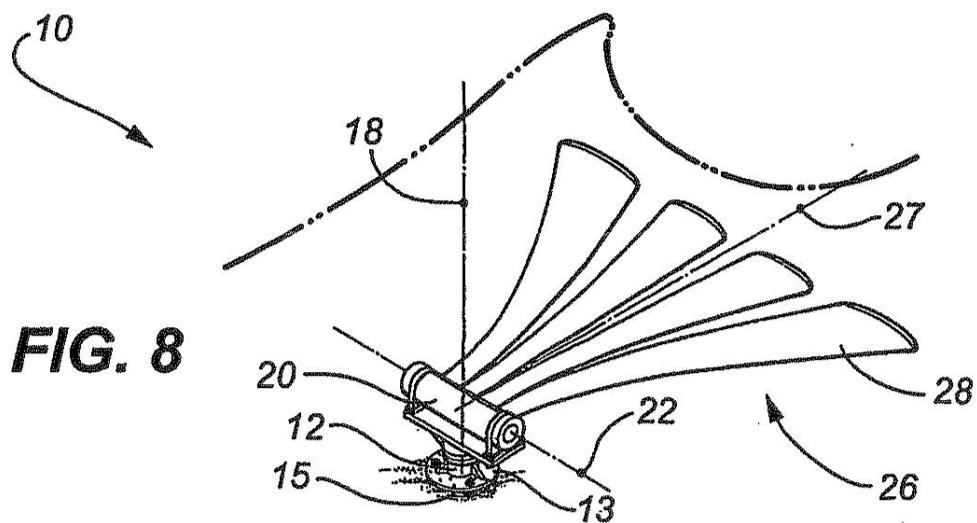
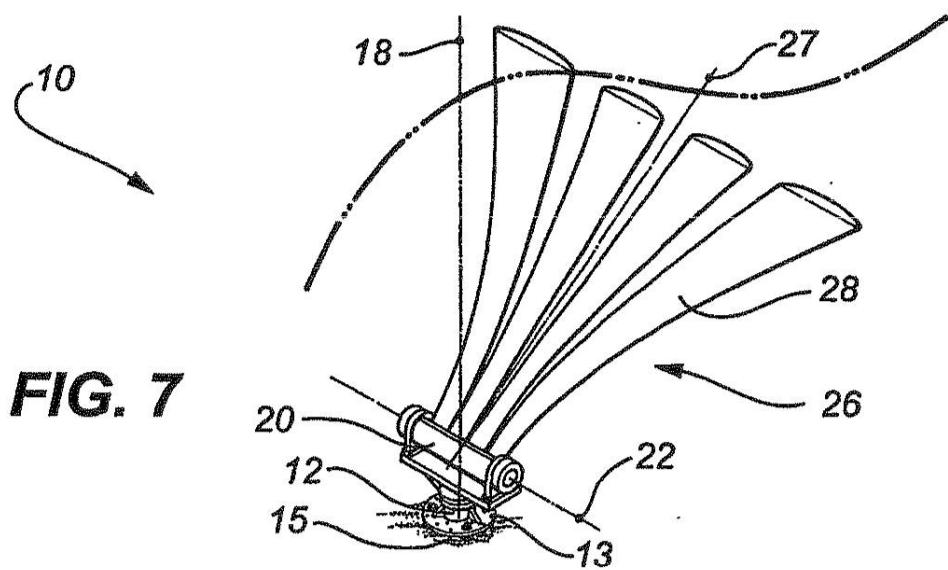
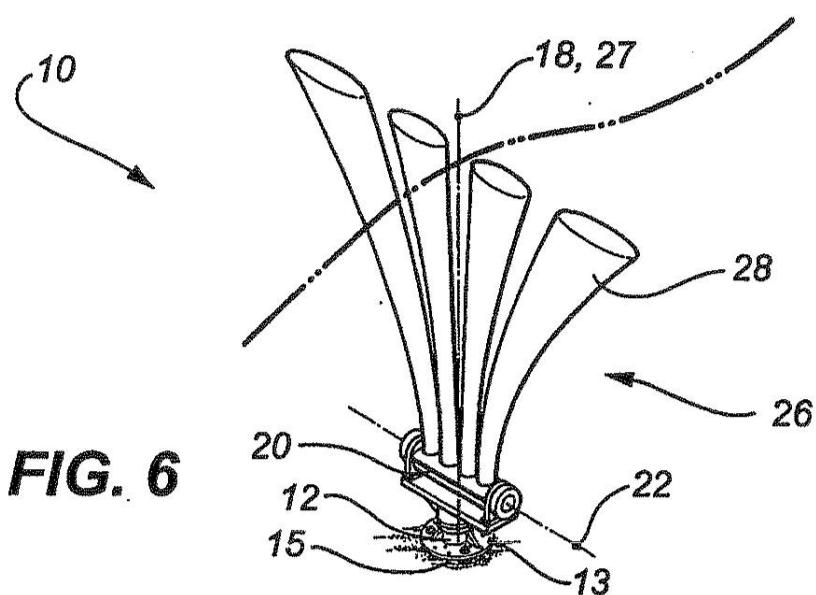


FIG. 5



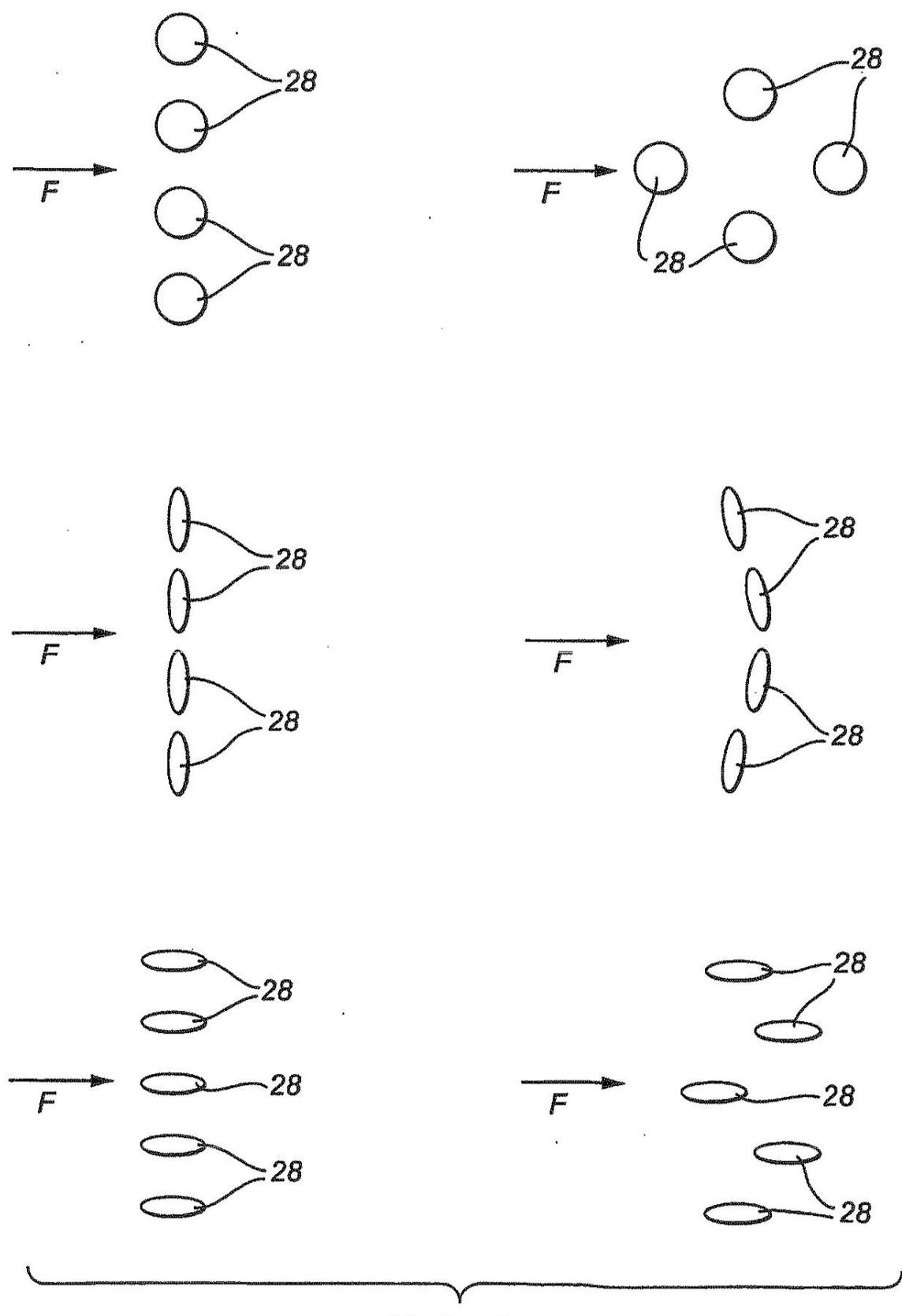


FIG. 9