

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 446**

51 Int. Cl.:

F03B 13/26 (2006.01)

F03B 17/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2015 PCT/EP2015/055678**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15140209**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2015 E 15711135 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 3120014**

54 Título: **Sistema de conversión de energía hidrocínética y uso de la misma**

30 Prioridad:

21.03.2014 GB 201405119

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

21.11.2018

73 Titular/es:

FLUMILL AS (100.0%)

P.O.Box 509

4802 Arendal, NO

72 Inventor/es:

HOLM, ANDERS

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 690 446 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 hidrocínética y uso de la misma

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de conversión de energía hidrocínética, es decir, un sistema para extraer energía de un líquido que fluye. El líquido que fluye puede ser agua que fluye, por ejemplo, agua de mar (por ejemplo, un flujo de marea o una corriente oceánica) o agua dulce (por ejemplo, agua que fluye en un río). El líquido que fluye puede ser, alternativamente, agua salobre, agua residual o cualquier otro líquido que contenga energía cinética que se extraerá o explotará.

15 En particular, la presente invención se refiere a un sistema de conversión de energía hidrocínética que comprende un dispositivo de turbina que comprende un rotor que muestra un eje de rotación, cuyo dispositivo de turbina está dispuesto para funcionar con el eje de rotación en una orientación inclinada con respecto a una masa de agua entrante, y cuyo rotor comprende al menos una pala helicoidal que está dispuesta para interactuar con la masa de agua entrante, de manera que se transmite energía de rotación al rotor, y al menos una pala helicoidal comprende una primera superficie convexa, una segunda superficie cóncava y un borde libre y distal donde la primera superficie y la segunda superficie se encuentran.

20 La presente invención también se refiere al uso de dicho sistema para extraer energía de cualquiera de un flujo de marea, una corriente oceánica y un río.

Antecedentes

25 La presente invención se refiere a un sistema de conversión de energía hidrocínética en el que el dispositivo de turbina del sistema muestra una orientación inclinada con respecto a la masa de agua entrante. Ejemplos de dichos sistemas se describen en el documento WO 2013/006061 A1. En comparación con las turbinas de flujo cruzado, que tienen un eje del rotor que es ortogonal a la corriente de agua entrante, y las turbinas de flujo axial, que tienen un eje del rotor que opera en un plano paralelo a la corriente de agua entrante, una turbina inclinada se dispone para funcionar con el eje de rotación del rotor en una orientación inclinada con respecto a la masa de agua entrante. En tal turbina inclinada, la geometría del rotor tendrá un gran impacto en la eficiencia de conversión de energía del sistema, y resulta difícil encontrar una geometría eficiente de la pala. La presente invención aborda este problema y busca presentar una geometría de pala que está particularmente bien adaptada a los sistemas en los que el eje de rotación del rotor opera en una orientación inclinada con respecto a la masa de agua entrante.

35 En consecuencia, de acuerdo con un aspecto, el objetivo de la invención es presentar un sistema de conversión de energía hidrocínética que comprende una turbina hidrocínética de flujo inclinado que tiene una eficiencia de conversión de energía mejorada en comparación con las turbinas de flujo inclinado de la técnica anterior.

40 Resumen de la invención

El sistema de acuerdo con la invención se caracteriza porque la curvatura de la segunda superficie, cuando se ve en un plano ortogonal al eje de rotación, es tal que la profundidad máxima de la segunda superficie, cuando se mide desde una línea recta que cruza el eje de rotación y el borde distal es por lo menos el 35%, más preferiblemente al menos el 40% y más preferiblemente al menos el 50% de la distancia entre el eje de rotación y el borde distal. Adicionalmente está previsto disponer también el grosor de por lo menos una pala de modo que por lo menos una pala helicoidal, en la posición de la profundidad máxima, muestre un grosor inferior al 15%, y más preferiblemente inferior al 10% de la distancia entre el eje de rotación y el borde distal.

50 La sección transversal de la segunda superficie, cuando se ve en un plano ortogonal al eje de rotación, puede mostrar ventajosamente una curvatura constante entre la posición de la profundidad máxima y el borde distal.

Por lo menos una pala helicoidal puede mostrar ventajosamente un espesor que disminuye continuamente desde la posición de la profundidad máxima hasta el borde distal.

55 Por lo menos una pala helicoidal puede mostrar ventajosamente una relación de paso que está dentro del intervalo de 1-4.

El rotor puede mostrar ventajosamente una relación diámetro-longitud que está dentro del intervalo de 0.1-0.7.

60 Dicha por lo menos una pala helicoidal puede comprender ventajosamente una primera pala helicoidal y una segunda pala helicoidal que está desplazada 180 grados con respecto a la primera pala helicoidal. La segunda pala helicoidal puede ser ventajosamente idéntica a la primera pala helicoidal.

65 El rotor puede tener alternativamente tres, cuatro o incluso más palas, que ventajosamente están distribuidas uniformemente en la dirección de rotación del rotor.

5 El sistema puede comprender ventajosamente un dispositivo de soporte para soportar el dispositivo de turbina, y el dispositivo de turbina puede comprender ventajosamente un primer extremo proximal y un segundo extremo distal, cuyo extremo proximal está conectado de manera pivotante al dispositivo de soporte alrededor de un eje de giro. El eje de giro puede ser ventajosamente ortogonal al eje de rotación. El eje de giro puede tener ventajosamente una orientación horizontal, vertical y diagonal.

10 Alternativamente, el sistema puede comprender ventajosamente un primer dispositivo de soporte para soportar un primer extremo y un segundo dispositivo de soporte para soportar un segundo extremo del dispositivo de turbina, cuyos extremos primero y segundo están conectados de manera fija a los dispositivos de soporte.

15 Puede ser ventajoso disponer el sistema de tal manera que el eje de rotación, cuando el sistema está en funcionamiento, forme un ángulo con la masa de agua entrante que está dentro del intervalo de 80-20 grados, más preferiblemente de 70-30 grados, y la mayoría preferiblemente 60-40 grados.

Durante el funcionamiento del sistema, el rotor se sumerge ventajosamente en la masa de agua entrante.

Descripción de los dibujos

20 A continuación, la invención se describirá con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

La fig. 1 es una vista lateral esquemática de un sistema de conversión hidrocínética impulsada por mareas de acuerdo con una realización de la invención.

25 La fig. 2 es una vista lateral del sistema según la fig. 1 en diferentes posiciones de operación.

La fig. 3 es una vista desde arriba esquemática de un sistema de conversión hidrocínética basado en un río de acuerdo con una realización de la invención.

30 La fig. 4 es un dibujo en perspectiva de una realización de un rotor del sistema de conversión hidrocínética de acuerdo con la invención.

La fig. 5 es una vista lateral del rotor de acuerdo con la fig. 4.

35 La fig. 6 es una vista en sección del rotor a lo largo de la sección marcada VI-VI en la FIG. 5.

Descripción detallada de la invención

40 La fig. 1 divulga una vista lateral de una primera realización de un sistema 1 de conversión hidrocínético de acuerdo con la invención. El sistema 1 comprende un dispositivo 2 de turbina que comprende un primer extremo 8 próximo y un segundo extremo 9 distal. El dispositivo 2 de turbina comprende además un rotor 3 helicoidal que está montado en un dispositivo 4 de soporte. El rotor 3 comprende un eje O de rotación. Durante el funcionamiento del sistema, el eje O tiene una orientación inclinada con respecto a un cuerpo de agua entrante W, como se divulga en la FIG. 1. Durante la operación, el rotor se sumerge en la masa entrante de agua W, lo que hará que el rotor 3 gire alrededor de su eje O de manera que la energía de rotación se aplique sobre el rotor 3.

50 El rotor 3 está conectado a un convertidor 6 de energía, que puede ser un generador eléctrico. En realizaciones alternativas, los convertidores 6 de energía pueden ser bombas, por ejemplo, para proporcionar aire a presión. En términos generales, los convertidores 6 de energía pueden ser cualquier tipo de dispositivo de conversión de energía que convierte la energía de rotación del rotor, que a su vez es proporcionada por la energía cinética del agua W que fluye, en una forma diferente de energía.

55 El eje O de rotación puede formar un ángulo α con la masa de agua entrante que está dentro del intervalo de 80-20 grados. Sin embargo, más preferiblemente, el ángulo α está dentro del intervalo de 70-30 grados, y más preferiblemente dentro del intervalo de 60-40 grados, por ejemplo, 50 grados.

60 El dispositivo 2 de turbina está montado de manera pivotante en el dispositivo 4 de soporte alrededor de un eje de giro A, de manera que el ángulo α se puede ajustar al cuerpo de agua W entrante. El eje de giro A es ortogonal al eje O de rotación. Esta configuración es particularmente ventajosa en un sistema para extraer energía de un flujo de mareas, ya que permite que el dispositivo 2 de turbina gire en un plano ortogonal al eje de giro A para ajustarse a un cambio en la velocidad y la dirección de la masa de agua entrante, por ejemplo, provocado por el cambio de marea, como se describe en la FIG. 2. En dicha configuración, puede ser ventajoso disponer el rotor 3 de tal manera que tenga una densidad que sea menor que la masa de agua W que lo rodea, de tal manera que el dispositivo 2 de turbina tome el ángulo correcto α con respecto al masa de agua W entrante en todo momento, por ejemplo, para ajustar a diferentes velocidades de la masa de agua entrante. Alternativa o adicionalmente, puede ser ventajoso disponer un dispositivo de flotabilidad o hidropiano 17 en el extremo 9 distal del dispositivo 2 de turbina. Dicho dispositivo de flotabilidad se divulga en el documento WO

2013/006061 A1 mencionado anteriormente. Al disponer el rotor 3 de modo que tenga una densidad inferior a la masa de agua W que lo rodea y/o disponer un dispositivo de flotación o hidropelante 17 en el extremo 9 distal del dispositivo 2 de turbina, el dispositivo 2 puede configurarse para funcionar con el ángulo α dentro de un intervalo predeterminado, por ejemplo, 60-40 grados, dependiendo de las características y la velocidad de la masa de agua entrante. Sin embargo, al cambiar de marea, el sistema puede comenzar a producir energía en ángulos α ligeramente menores a 90 grados, por ejemplo, a 85 u 80 grados.

En la realización descrita en las figs. 1 y 2, el eje de giro A es horizontal, o al menos sustancialmente horizontal. Sin embargo, el eje de giro A puede ser alternativamente vertical, o al menos sustancialmente vertical, o puede ser diagonal.

En la realización divulgada en las figs. 1 y 2, el dispositivo 4 de soporte está situado en la parte inferior B de la masa de agua W. De manera alternativa, sin embargo, el dispositivo 4 de soporte puede estar situado en la superficie S de la masa de agua W, o incluso fuera de la masa de agua, por ejemplo, en una estructura que cruza una recta estrecha, siempre que la estructura 4 de soporte permita que el rotor 3 se sumerja en la masa de agua W entrante.

La fig. 3 divulga una vista desde arriba de la segunda realización de un sistema 18 de conversión hidrocínética de acuerdo con la invención. En esta realización, también el segundo extremo 9 del dispositivo 2 de turbina está montado de manera fija en un dispositivo 4' de soporte. Esta configuración puede ser ventajosa cuando el sistema está montado en un río, en cuyo caso la dirección de la masa de agua entrante es generalmente constante. Los dispositivos 4, 4' de soporte permiten así que el dispositivo 2 de turbina mantenga un ángulo fijo α con respecto a la masa de agua W entrante. Cuando está dispuesto en un río, el sistema puede posicionarse ventajosamente de manera que el eje O de rotación sea generalmente paralelo al cauce del río.

Las estructuras 4, 4' de soporte pueden posicionarse ventajosamente en el lecho del río. Sin embargo, pueden colocarse alternativamente en la orilla del río o en una estructura que une el río siempre que las estructuras 4, 4' de soporte permitan que el rotor 3 se sumerja en la masa de agua W entrante.

En las realizaciones descritas, los sistemas 1, 18 de conversión hidrocínéticos comprenden un rotor 3 que está conectado al convertidor 6 de energía. En realizaciones alternativas, sin embargo, el sistema de conversión hidrocínética puede comprender dos, tres, cuatro o cualquier otro número de rotores. Además, los rotores pueden estar conectados a un convertidor de energía común, o conectados a convertidores de energía en grupos de manera que dos o más rotores estén conectados al mismo convertidor de energía.

Las figuras 4-6 divulgan una realización del rotor 3 helicoidal del sistema de energía hidrocínética de acuerdo con la invención. El rotor 3 comprende las primeras hélices helicoidales 10 y las segundas 11 que son idénticas entre sí pero con un desplazamiento de 180 grados (véase, Figura 6). Cada pala 10, 11 helicoidal comprende una primera superficie convexa 12 y una segunda superficie 13 cóncava. La primera superficie 12 forma una superficie de baja presión y la segunda superficie 13 forma una superficie de alta presión. Cada pala 10, 11 helicoidal también comprende un borde E distal libre (véase, Figura 6) donde la primera superficie 12 y la segunda superficie 13 se encuentran. El borde E distal define, o barre, el diámetro D exterior del rotor 3.

La curvatura de la segunda superficie 13, cuando se ve en un plano ortogonal al eje O de rotación, es tal que la profundidad máxima D_{max} de la segunda superficie 13, cuando se mide desde una línea recta que cruza el eje O de rotación y el borde E distal, es aproximadamente el 49% de la distancia OE entre el eje O de rotación y el borde E distal. En la posición de la profundidad máxima, la hoja tiene un grosor t que es aproximadamente el 9% de la distancia OE entre el eje O de rotación y la distancia distal borde E.

La sección transversal de la segunda superficie 13, cuando se ve en un plano ortogonal al eje O de rotación, tiene una curvatura constante entre la posición de la profundidad máxima D_{max} y el borde E distal, y la pala 10 tiene un espesor que disminuye continuamente desde la posición de la profundidad máxima D_{max} al borde E distal.

En la realización descrita, la profundidad máxima se ubica en una posición que está aproximadamente a mitad de camino entre el eje O de rotación y el borde E distal, es decir, a 0.5 OE. Sin embargo, la profundidad máxima puede ubicarse en una posición más cercana al eje O de rotación, por ejemplo, dentro de 0.3-0.5 OE, o más cerca del borde distal, por ejemplo, dentro de 0.5-0.8 OE.

El rotor 3 comprende una sección central interna 14, que se extiende desde el eje O hasta aproximadamente un cuarto del radio del rotor 3, y una sección 15 externa, que se extiende desde la sección 14 interna hasta el radio del borde E distal. La sección 14 interior muestra un grosor incrementado para acomodar un eje longitudinal 16. En la sección 15 exterior, las superficies 12 y 13 tienen una curvatura generalmente constante y están convergiendo lentamente para encontrarse en el borde E distal.

Cada pala 10, 11 muestra una relación de paso, P/D, que es aproximadamente 1.4, donde la relación de paso se define como la relación entre el paso P del pala 10, 11 y el diámetro D del rotor 3. El paso, P, se define como la longitud de un giro o giro completo de la pala 10, 11 (véase, fig. 5).

El rotor 3 muestra una relación diámetro-longitud, D/L, que es aproximadamente 0.3.

5 Para la realización anterior, se han dado valores para los parámetros D/L y P/D para una realización específica. Sin embargo, se entiende que estos parámetros deben ajustarse al sitio operativo del sistema, teniendo en cuenta, entre otras cosas, la profundidad y la velocidad predominante de la masa de agua en la que debe operar el sistema.

10 En la descripción anterior, se han descrito diversos aspectos del aparato de acuerdo con la invención con referencia a la realización ilustrativa. Para fines de explicación, se establecieron números específicos, sistemas y configuraciones con el fin de proporcionar una comprensión completa del aparato y su funcionamiento. Sin embargo, esta descripción no pretende interpretarse en un sentido limitativo. Se considera que se encuentran dentro del alcance de la presente invención diversas modificaciones y variaciones de la realización ilustrativa, así como otras realizaciones del aparato, que son evidentes para los expertos en la materia, como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema (1) de conversión de energía hidrocínética que comprende un dispositivo (2) de turbina que comprende un rotor (3) que muestra un eje de rotación (O), cuyo dispositivo (2) de turbina está dispuesto para funcionar con el eje de rotación (O) en una orientación inclinada frente a un cuerpo (W) de agua entrante, y cuyo rotor (3) comprende al menos una pala (10, 11) helicoidal que está dispuesta para interactuar con la masa (W) de agua entrante de manera que se transmite energía al rotor (3), que al menos una pala (10, 11) helicoidal comprende una primera superficie (12) convexa, una segunda superficie cóncava (13) y un borde (E) distal libre donde el La primera superficie (12) y la segunda superficie (13) se encuentran, caracterizadas porque la curvatura de la segunda superficie (13), cuando se ve en un plano ortogonal al eje de rotación (O), es tal que la profundidad máxima (D_{max}) de la segunda superficie (13), cuando se mide desde una línea recta que cruza el eje de rotación (O) y el borde (E) distal, es al menos el 35% de la distancia entre en el eje de rotación (O) y el borde (E) distal y en que al menos una pala (10, 11) helicoidal, en la posición de la profundidad máxima (D_{max}), muestra un grosor que es inferior al 15% de la distancia entre el eje de rotación (O) y el borde (E) distal.
- 15 2. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha profundidad máxima (D_{max}) es al menos el 40% de la distancia entre el eje de rotación (O) y el borde (E) distal.
- 20 3. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque dicha profundidad máxima (D_{max}) es al menos el 50% de la distancia entre el eje de rotación (O) y el borde (E) distal.
- 25 4. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos una pala (10, 11) helicoidal, en la posición de la profundidad máxima (D_{max}), muestra un grosor (t) que es menos del 10% de la distancia (OE) entre el eje de rotación (O) y el borde (E) distal.
- 30 5. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque una sección transversal de la segunda superficie (13), cuando se ve en un plano ortogonal al eje de rotación (O), muestra una curvatura constante entre la posición de la profundidad máxima (D_{max}) y el borde (E) distal.
- 35 6. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos una pala (10, 11) helicoidal muestra un grosor que disminuye continuamente desde la posición de la profundidad máxima (D_{max}) hasta el borde distal (E).
- 40 7. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos una pala (10, 11) helicoidal muestra una relación de paso (P/D) dentro del intervalo de 1-4.
- 45 8. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el rotor (3) muestra una relación diámetro (D) - longitud (L) (D/L) dentro del intervalo de 0.1-0.7.
- 50 9. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicha al menos una pala (10, 11) helicoidal comprende una primera pala (10) helicoidal y una segunda pala helicoidal (11) que está desplazada 180 Grados en relación a la primera pala (10) helicoidal.
- 55 10. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende un dispositivo (4) de soporte para soportar el dispositivo (2) de turbina, y porque el dispositivo (2) de turbina comprende un primer extremo (8) y un segundo extremo (9) distal, cuyo extremo (8) proximal está conectado de manera pivotante al dispositivo (4) de soporte alrededor de un eje de giro (A).
- 60 11. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque el eje de giro (A) es ortogonal al eje de rotación (O).
- 65 12. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque el eje de giro (A) tiene una orientación que es cualquiera de horizontal, vertical y diagonal.
13. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, caracterizado porque comprende un primer dispositivo (4) de soporte para soportar un primer extremo (8) y un segundo dispositivo de soporte (4') para soportar un segundo extremo (9) del dispositivo (2) de turbina, cuyos primeros (8) y segundo (9) extremos están conectados de manera fija a los dispositivos (4, 4') de soporte.
14. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el eje de rotación (O), cuando el sistema está en funcionamiento, forma un ángulo (α) a la masa de agua (W) entrante que está dentro del intervalo de 80-20 grados, 70-30 grados y 60-40 grados.
15. Uso de un sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-14 para extraer energía de cualquiera de un flujo de marea, una corriente oceánica y un río.

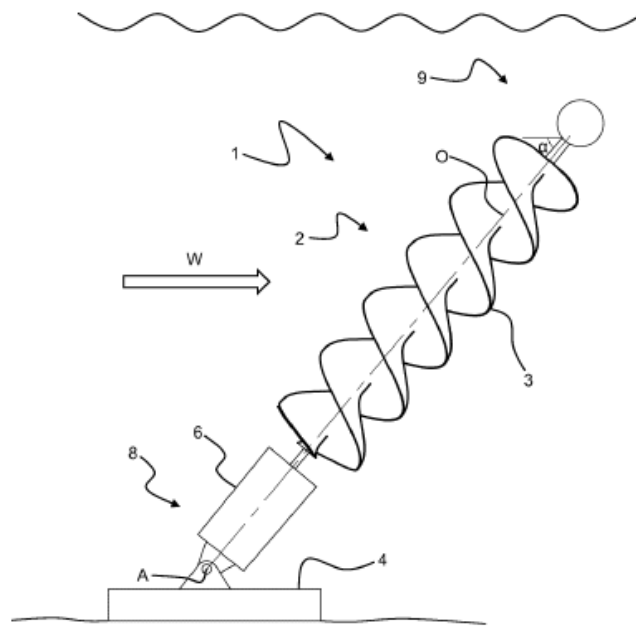


Fig. 1

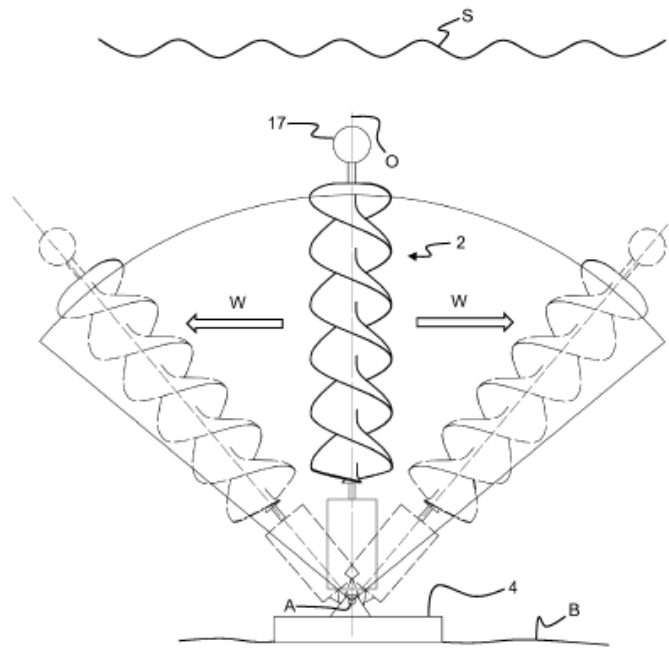


Fig. 2

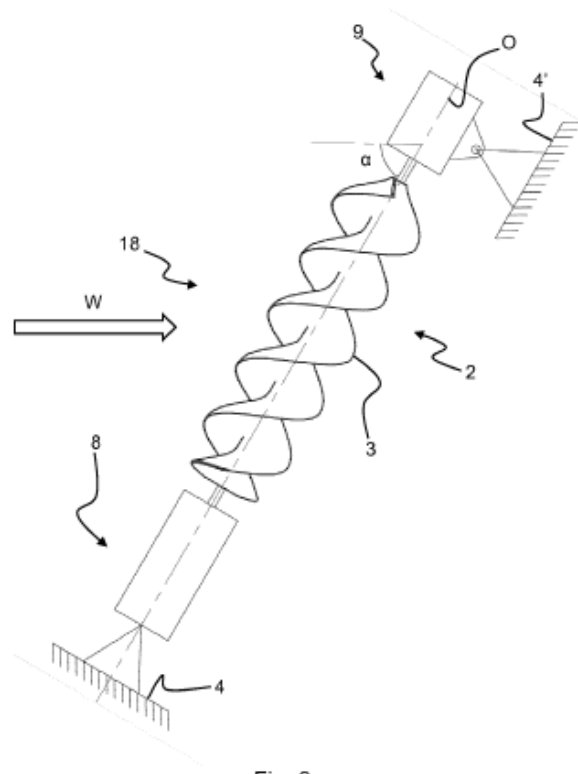


Fig. 3

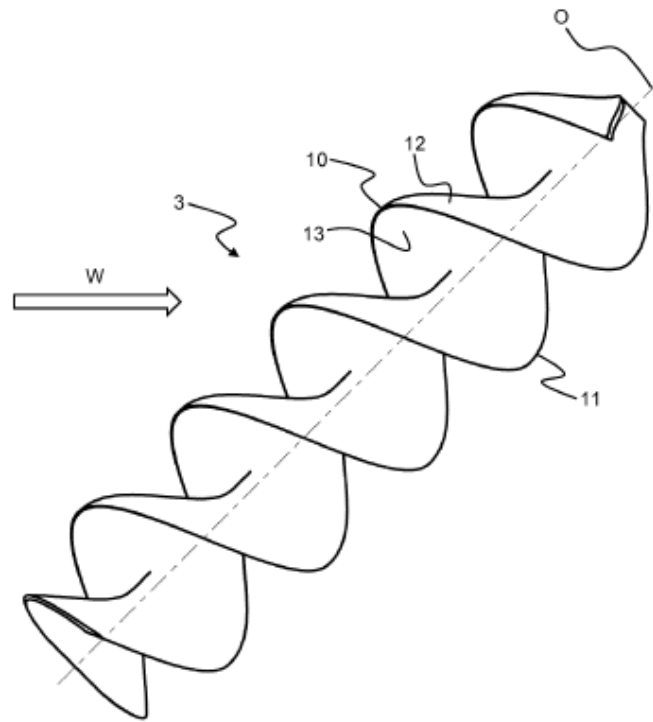


Fig. 4

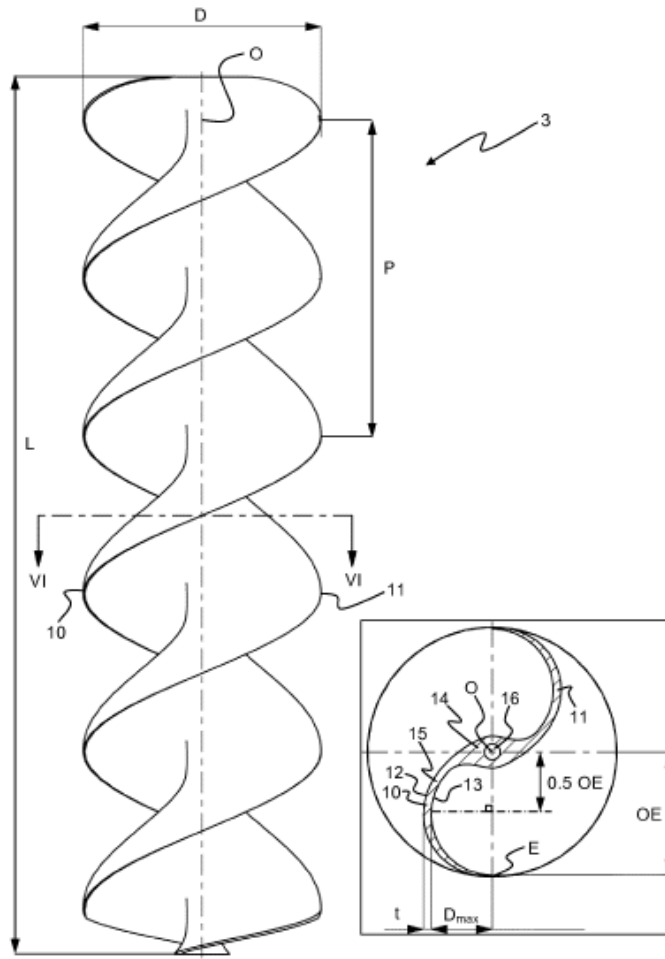


Fig. 5

Fig. 6