

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 776**

51 Int. Cl.:

F03B 13/14 (2006.01)

F03B 13/24 (2006.01)

E02B 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2013 PCT/EP2013/002266**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014 WO14023401**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2013 E 13753271 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2880303**

54 Título: **Convertidor de energía de olas**

30 Prioridad:

04.08.2012 GB 201213884
04.08.2012 NO 20120871

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2018

73 Titular/es:

HAVKRAFT AS (100.0%)
P.O. Box 1065
6704 Deknepollen, NO

72 Inventor/es:

GEIR, ARNE SOLHEIM

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 675 776 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

Convertidor de energía de olas

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con convertidores de energía de olas, por ejemplo con convertidores de energía de olas para generar energía renovable o para absorber energía de olas para proporcionar protección contra olas de océano, por ejemplo para proporcionar protección para estructuras flotantes y/o para reducir erosión de costas. Además, la presente invención concierne a métodos para generar energía renovable usando convertidores de energía de olas mencionados anteriormente. Además, la presente invención concierne a métodos para absorber energía de olas usando convertidores de energía de olas mencionados anteriormente, por ejemplo para proporcionar protección para estructuras flotantes y/o para reducir erosión de costas. Adicionalmente, la presente invención concierne a piezas componentes para construir convertidores de energía de olas mencionados anteriormente. Adicionalmente, la presente invención concierne a sistemas para generar potencia a partir de olas de océano, en donde los sistemas incluyen una pluralidad de susodichos convertidores de energía de olas. Incluso adicionalmente, la presente invención concierne a sistemas para absorber energía de olas para proporcionar protección contra olas de océano, en donde los sistemas incluyen una pluralidad de susodichos convertidores de energía de olas.

Antecedentes de la invención

En la técnica se conocen convertidores de energía de olas y se emplea una variedad de mecanismos de conversión de energía de olas. Sin embargo, a diferencia de aerogeneradores mar adentro, los convertidores de energía de olas de océano hasta ahora no se han instalado en gran número para proporcionar potencia eléctrica a redes de suministro eléctrico. Un reto contemporáneo es implementar susodichos convertidores de energía de olas de océano de una manera rentable, mientras se asegura que convierten energía de olas de océano eficientemente en potencia eléctrica y también sobreviven a condiciones climáticas que ocasionalmente se encuentran mar adentro. El reto tiene así restricciones asociadas que se pueden oponer mutuamente, por ejemplo un diseño robusto de convertidor de olas de océano es potencialmente más costoso de fabricar e instalar en comparación a una estructura menos robusta.

En una solicitud de patente WIPO WO 2007/037401 A1, "Structure of water retarding chamber in movable object wave force energy converter" (inventores: Kasayoshi Hadano), se describe una cámara de retardo de agua para convertir energía de fuerza de olas del agua marina en energía potencial estabilizada. La cámara de retardo de agua incluye un bastidor para rodear una parte de la superficie de agua y se compone de una pared vertical, múltiples paredes planas y paredes laterales. En la cámara de retardo de agua se hace flotar un cuerpo movable. La cámara de retardo de agua comprende además pequeñas cámaras de retardo de agua dispuestas en una matriz. Agua marina fluye a las pequeñas cámaras de retardo de agua a través de una abertura en la parte inferior de la vertical pared. El movimiento del agua marina se convierte en movimiento arriba/abajo por flotación (elevación/descenso) del cuerpo movable en la cámara de retardo de agua.

35 Un convertidor de energía de olas robusto y eficiente se describe en una solicitud de patente PCT internacional publicada n.º WO2011/162615A2 (PCT/NO2011/000175, "Ocean Wave Energy System", Havkraft AS, Geir Solheim). El convertidor de energía de olas se implementa como sistema de energía de olas de océano para generar potencia a partir de olas de océano, en donde el sistema incluye una plataforma que soporta una distribución de columnas huecas cuyos extremos inferiores respectivos están en comunicación de fluidos con olas de océano y cuyos extremos superiores respectivos están en comunicación de aire con una disposición de turbina de manera que el movimiento de olas que ocurre en los extremos inferiores puede funcionar para provocar movimiento de aire dentro de las columnas para propulsar la disposición de turbina para generar salida de potencia. El sistema incluye además uno o más estructuras sumergidas ajustables en posición y/o ajustables en ángulo cerca de los extremos inferiores de las columnas para formar olas de océano que se propagan en funcionamiento hacia los extremos inferiores de las columnas para acoplar las olas de una manera controlable en las columnas huecas.

En la susodicha solicitud PCT publicada n.º WO2011/162615A2, se proporciona una visión general completa de teoría de energía de olas que por la presente se incorpora por referencia. Las olas de océano son olas de superficie sustancialmente en una interfaz entre dos fluidos, es decir agua y aire de océano. Las olas de superficie se propagan sustancialmente dentro de un plano de la interfaz y son susceptibles de ser refractadas, reflejadas, transmitidas y absorbidas por objetos que intersecan sustancialmente con el plano de la interfaz. Para que las olas de superficie sean absorbidas eficazmente, los objetos deben ser coincidentes con impedancia de ola con una impedancia de las olas de superficie. Cuando los objetos son de un tamaño físico comparable a una longitud de onda de las olas de superficie, diseñar los objetos para proporcionar una coincidencia de impedancia de ola eficaz es una tarea compleja, especialmente cuando las olas de superficie en la práctica tienen una longitud de ola variable dependiendo de las condiciones climáticas del océano. Adicionalmente, los objetos tienen que ser diseñados para aguantar condiciones de tormenta fuerte y también ser sustancialmente libres de efectos de cavitación cuando los objetos están absorbiendo grandes cantidades de energía de olas. La susodicha solicitud PCT publicada describe un convertidor de energía de olas que puede proporcionar absorción eficiente de olas de océano. Aunque hay muchas similitudes entre la propagación de ondas electromagnéticas y la propagación de olas de océano, hay importantes

diferencias debido a que las olas de océano tienen masa y están sujetas a efectos de flujo de fluido.

Sin embargo, surge la necesidad de implementar un convertidor de energía de olas que sea especialmente eficiente para absorber energía de olas de océano al tiempo que también sea de funcionamiento robusto y rentable de fabricar. Por ejemplo, es deseable que el convertidor de energía de olas sea fabricado de tal manera que sea conveniente para astilleros contemporáneos.

Compendio de la invención

La presente invención busca proporcionar un mejor convertidor de energía de olas que sea más eficiente en funcionamiento, más robusto y más eficiente en su uso de materiales de construcción.

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un convertidor de energía de olas para convertir en funcionamiento energía transportada en olas de océano, que se propagan en una dirección de propagación de olas en un ambiente oceánico y recibida en el convertidor, en potencia generada, en donde el convertidor incluye una pluralidad de columnas que están en comunicación de fluidos por medio de lumbreras correspondientes con las olas de océano recibidas en el convertidor, en donde las lumbreras se disponen sustancialmente en serie a lo largo de la dirección de propagación de olas, y en donde las lumbreras son progresivamente de mayor profundidad en el ambiente oceánico a lo largo de la dirección de propagación de olas para provocar que un primer componente de las olas de océano se propague en una dirección descendente y un segundo componente de las olas de océano se propague a las lumbreras para acoplar energía a la misma, caracterizado por que:

- (i) la pluralidad de columnas se disponen de modo que sus ejes alargados se alinean sustancialmente a lo largo de una primera dirección, y que las lumbreras tienen ángulos de lumbrera (θ) correspondientes respecto a la primera dirección que son progresivamente más grandes conforme las lumbreras son progresivamente de mayor profundidad; o
- (ii) la pluralidad de columnas se disponen de modo que sus ejes alargados se alinean sustancialmente a lo largo de una primera dirección, y que las lumbreras tienen ángulos de lumbrera (θ) correspondientes respecto a la primera dirección que son progresivamente más pequeñas conforme las lumbreras son progresivamente de mayor profundidad.

La invención tiene la ventaja de que la disposición de la pluralidad de lumbreras para crear un vórtice directamente hacia abajo permite adsorción más eficiente de energía de olas.

Opcionalmente, en el convertidor de energía de olas, la primera dirección es sustancialmente una dirección horizontal cuando el convertidor está en funcionamiento.

Opcionalmente, en el convertidor de energía de olas, las lumbreras tienen una sección transversal elíptica, redonda o rectilínea.

Opcionalmente, en el convertidor de energía de olas, la pluralidad de columnas pueden funcionar para acoplarse a las olas de océano recibidas en las lumbreras de una manera resonante.

Opcionalmente, en el convertidor de energía de olas, las columnas incluyen dispositivos de captación de energía correspondientes en regiones superiores del mismo y/o en regiones inferiores del mismo y/o en lumbreras del mismo. Más opcionalmente, los dispositivos de captación de energía se acoplan a una instalación de turbina común; como alternativa, cada dispositivo de captación de energía funciona como elemento de extracción de energía autónomo, por ejemplo como turbina tipo Wells montada en una parte superior de cada columna.

Opcionalmente, cada convertidor incluye un intervalo de 2 a 10 columnas y lumbreras asociadas dispuestas en serie. Más opcionalmente, cada convertidor incluye un intervalo de 3 a 8 columnas.

Opcionalmente, el convertidor de energía de olas incluye uno de más reflectores de olas sumergidos en las inmediaciones de las lumbreras del convertidor para reflejar las olas de océano más eficientemente adentro de las lumbreras. Más opcionalmente, el convertidor de energía de olas incluye un mecanismo para ajustar una posición espacial del uno o más reflectores de olas sumergidos respecto a las lumbreras para afinar el convertidor para convertir más óptimamente energía presente en las olas de océano.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de energía de olas que incluye una plataforma que define un canto periférico a la misma, caracterizado por que una pluralidad de convertidores de energía de olas conforme al primer aspecto de la invención se monta sustancialmente alrededor de al menos una parte del canto periférico para recibir olas de océano que se propagan hacia el sistema en los convertidores.

Opcionalmente, en el sistema de energía de olas, la plataforma es provista con uno o más lóbulos periféricos alrededor de los que se dispone la pluralidad de convertidores de energía de olas.

Opcionalmente, el sistema de energía de olas es implementado de manera que la plataforma tiene una forma triangular, redonda o poligonal.

Opcionalmente, el sistema de energía de olas es implementado de manera que la plataforma comprende una pluralidad de módulos poligonales que se acoplan juntos mutuamente para formar la plataforma. Más opcionalmente, el sistema de energía de olas es implementado de manera que la pluralidad de módulos poligonales son de forma mutuamente similar.

- 5 Opcionalmente, el sistema de energía de olas es implementado de manera que la plataforma se dispone para soportar un aparato reactor nuclear de torio, y que la pluralidad de convertidores de energía de olas pueden funcionar para proteger el aparato reactor nuclear de torio contra daño de olas de océano.

Opcionalmente, el sistema de energía de olas es implementado de manera que la plataforma puede funcionar para soportar uno o más edificios. Más opcionalmente, el uno o más edificios son para uno o más de: hospitales flotantes, instalaciones residenciales, hoteles, prisiones, fabricación mar adentro, asistencia mar adentro para descubrimiento y sistemas de producción de petróleo y gas, para distribución de potencia eléctrica mar adentro.

Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método para convertir energía transportada en olas de océano que se propagan en una dirección de propagación de olas en un ambiente oceánico cuando son recibidas en un convertidor de energía de olas para generar potencia, caracterizado por que el método incluye:

- 15 (a) disponer el convertidor para que incluya una pluralidad de columnas que están en comunicación de fluidos por medio de lumbreras correspondientes con las olas de océano recibidas en el convertidor;
- (b) disponer las lumbreras para que se dispongan sustancialmente en serie a lo largo de la dirección de propagación de olas, y
- 20 (c) disponer las lumbreras para que sean progresivamente de mayor profundidad en el ambiente oceánico a lo largo de la dirección de propagación de olas, para provocar que un primer componente de las olas de océano se propague en una dirección descendente y un segundo componente de las olas de océano se propague a las lumbreras a energía acoplada a las mismas

en donde:

- 25 (i) el método incluye disponer la pluralidad de columnas de modo que sus ejes alargados se alinean sustancialmente a lo largo de una primera dirección, y que las lumbreras tienen ángulos de lumbrera (θ) correspondientes respecto a la primera dirección que son progresivamente más grandes conforme las lumbreras son progresivamente de mayor profundidad.
- 30 (ii) el método incluye disponer la pluralidad de columnas de modo que sus ejes alargados se alinean sustancialmente a lo largo de una primera dirección, y que las lumbreras tienen ángulos de lumbrera (θ) correspondientes respecto a la primera dirección que son progresivamente más pequeños conforme las lumbreras son progresivamente de mayor profundidad.

Se apreciará que rasgos de la invención son susceptibles de ser combinados en diversas combinaciones sin salir del alcance de la invención definido por las reivindicaciones anexas.

Descripción de los diagramas

- 35 Ahora se describirán realizaciones de la presente invención, a modo de ejemplo únicamente, haciendo referencia a los siguientes diagramas, en donde:

la figura 1 es una ilustración de una realización de un convertidor de energía de olas conforme a la presente invención, en donde ejes alargados de las lumbreras del convertidor de energía de olas se vuelven progresivamente de menor ángulo respecto a una superficie de océano conforme las lumbreras se disponen más profundas en el océano;

40

la figura 2 es una vista lateral esquemática del convertidor de energía de olas de la figura 1;

la figura 3A es una ilustración de una implementación alternativa de una parte del convertidor de energía de olas de la figura 1, en donde el convertidor de energía de olas tiene una forma en disminución;

45 la figura 3B es una ilustración de una implementación alternativa de un convertidor de energía de olas conforme a la presente invención, en donde ejes alargados de las lumbreras del convertidor de energía de olas se vuelven de ángulo progresivamente más pronunciado respecto a una superficie de océano conforme las lumbreras se disponen más profundas en el océano;

la figura 4 es una ilustración de un sistema de energía de olas de océano que incluye una disposición periférica de convertidores de energía de olas conforme a al menos una de la figura 1 a la figura 3B;

50 la figura 5 es una ilustración de una parte por encima del nivel del mar de un sistema de energía de olas de océano que incluye una disposición periférica de convertidores de energía de olas conforme a al menos una de la figura 1 a

la figura 3B;

la figura 6 es una ilustración de una parte de lado inferior del sistema de energía de olas de océano de la figura 5;

la figura 7 es una ilustración de un bastidor de un sistema de energía de olas de océano alternativo que incluye una disposición periférica de convertidores de energía de olas conforme a al menos una de la figura 1 a la figura 3B;

5 la figura 8 es una ilustración de un lado inferior del sistema alternativo de energía de olas de océano de la figura 7 con sus convertidores de energía de olas mostrados instalados en posición;

la figura 9 es una ilustración de un lado superior del sistema de energía de olas de océano alternativo de la figura 7 con sus convertidores de energía de olas mostrados instalados en posición;

10 la figura 10 es una ilustración de un sistema alternativo de energía de olas de océano que incluye una única distribución lineal de convertidores de energía de olas dispuestos sobre una plataforma que tiene cuatro torres cilíndricas de soporte periférico;

la figura 11 es una ilustración del sistema de energía de olas de océano como se ilustra en la figura 10 con embarcaciones de servicio ancladas al lado para proporcionar una indicación de dimensiones del sistema;

15 la figura 12 es una ilustración de vista en planta del sistema de energía de olas de océano de la figura 4 equipado con un edificio de servicio sustancialmente central, en donde la vista en planta proporciona una ilustración de una configuración de módulos hexagonales ensamblados juntos para proporcionar una plataforma para el sistema; y

la figura 13 es una ilustración de una distribución de convertidores de energía de olas proporcionado con correspondientes reflectores de energía de olas cerca de lumbreras de los convertidores para mejorar su eficiencia de conversión de energía.

20 En los diagramas adjuntos, se emplea un número subrayado para representar un artículo sobre el que se posiciona el número subrayado o un artículo al que está adyacente el número subrayado. Un número no subrayado está relacionado con un artículo identificado por una línea que vincula el número no subrayado con el artículo. Cuando un número no está subrayado y está acompañado por una flecha asociado, el número no subrayado se usa para identificar un artículo general al que apunta la flecha.

25 Descripción de realizaciones de la invención

Haciendo referencia a la figura 1, la presente invención concierne en general a un convertidor de energía de olas 10 que incluye una pluralidad de columnas de aire sustancialmente encerradas 20a, 20b, 20c, 20d acopladas por medio de una disposición de lumbreras 30 en comunicación de fluidos con olas de océano que se propagan en un océano en una dirección horizontal de propagación de olas sustancialmente denotada por una flecha 40, por ejemplo una dirección hacia delante. La disposición de lumbreras 30 incluye canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d acoplados en sus extremos superiores a las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d respectivamente y también en sus extremos inferiores a las olas de océano, en donde los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d tienen sus extremos inferiores en profundidades progresivamente mayores a lo largo del dirección hacia delante definido por la flecha 40, y tienen sus ángulos de orientación de eje alargado en ángulos progresivamente menos pronunciados a lo largo del dirección hacia delante definido por la flecha 40 respecto a una superficie del océano; definido alternativamente, los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d tienen sus extremos inferiores en profundidades progresivamente mayores a lo largo del dirección hacia delante definido por la flecha 40, y tienen sus ángulos de orientación de eje alargado en ángulos progresivamente mayores θ a lo largo del dirección hacia delante definido por la flecha 40 respecto a un eje vertical sustancialmente alargado de las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d como se ilustra en la figura 2. Opcionalmente, las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d funcionan con sus ejes alargados respectivos dispuestos en una orientación sustancialmente vertical. Opcionalmente, un dispositivo de captación de energía 60, por ejemplo una turbina tipo Wells propulsada por aire, se incluye en un extremo superior de cada columna de aire 20a, 20b, 20c, 20d, es decir a distancia de los extremos inferiores de los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d que están directamente en comunicación con las olas de océano. Como alternativa, o adicionalmente, los dispositivos de captación de energía 60 son implementados como una o más hidroturbinas abiertas que pueden funcionar para estar en contacto directo con olas de océano en una parte inferior de las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d, y/o sus canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d asociados; opcionalmente, las hidroturbinas dispuestas hacia una región inferior de las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d, y/o sus canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d asociados son soportados por el canto para hacerlos excepcionalmente robustos a las fuerzas de olas de océano recibidas en los mismos en condiciones climáticas adversas. Una disposición de este tipo de los extremos inferiores de los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d da como resultado que las olas de océano son desaceleradas progresivamente y absorbidas eficientemente en el convertidor 10 para generar energía correspondiente en los dispositivos de captación de energía 60 en los extremos superiores de las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d ya que un primer componente de las olas de océano es forzado a exhibir un movimiento dirigido hacia abajo denotado por 45, mientras que un segundo componente de las olas de océano acoplado en los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d; el movimiento dirigido hacia abajo puede ser considerado que es una forma de formación de "vórtice", aunque una mayoría del flujo asociado con las olas de océano se acopla en los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d. La disposición de

lumbreras 30 se implementa para proporcionar una absorción óptima de energía de olas de océano, mientras se evita sustancialmente la trasmisión o la reflexión de energía de olas, y mientras es de un tamaño general compacto y por lo tanto eficiente en uso de materiales de construcción. Beneficiosamente, el convertidor 10 puede funcionar para absorber eficientemente tanto energía potencial como energía cinética de la masa fluida asociada con las olas de océano para proporcionar un mejor grado de conversión de energía dentro del convertidor 10, por ejemplo más del 30 % de energía cinética y potencial de olas de océano a salida de energía eléctrica en los dispositivos de captación de energía 60, más preferible más del 50 % de energía cinética y potencial de olas de océano recibidas en el convertidor 10.

Los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d junto con sus columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d asociadas y los dispositivos de captación de energía 60 se pueden usar para funcionar a excursiones de presiones relativamente bajas de modo que se reducen los efectos de calentamiento asociados con aire que se comprime en las columnas 20a, 20b, 20c, 20d para proporcionar mayor eficiencia de conversión de energía. Beneficiosamente, los dispositivos de captación de energía 60 pueden funcionar para funcionar con diferencias de presión relativamente pequeñas, por ejemplo empleando turbinas de diámetro grande fabricadas a partir de materiales ligeros, por ejemplo fibra de carbono reforzada, para mantener baja su masa. Por "presión relativamente baja" se entiende un intervalo de cientos de Pascales a unos pocos miles de Pascales.

Los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d junto con sus columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d asociadas se disponen beneficiosamente para funcionar en un modo resonante, por ejemplo controlando cuidadosamente una cantidad de energía captada en los dispositivos de captación de energía 60, para obtener un grado deseado de amortiguación, es decir factor Q resonante. Además, un periodo de resonancia natural del agua dentro de los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d y sus columnas 20a, 20b, 20c, 20d asociadas es susceptible de ser computada a partir de la Ecuación 1 (Ec. 1):

$$T_n = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} \quad \text{Ec. 1}$$

en donde T_n = periodo de resonancia;

M = masa de agua en el canal de lumbrera 50 y opcionalmente su columna 20;

k = coeficiente de rigidez de área plana de agua.

Como la masa M varía dependiendo de la altura de agua en el convertidor 10, el convertidor 10 es beneficiosamente afinado opcionalmente a una frecuencia característica de las olas de océano que van a ser recibidas en el convertidor 10 para obtener conversión de energía óptima; dicho ajuste de altura es logrado convenientemente lastrando adecuadamente un sistema sobre el que se monta el convertidor 10. En condiciones de tormenta muy fuerte, los canales de lumbrera 50a, 50b, 50c, 50d son sumergidos beneficiosamente más profundamente en el océano para proporcionar mejor protección contra daño, especialmente en vista de las olas de océano que son olas de superficie de manera que la mayor parte de su campo de energía está cerca de la superficie de océano.

Opcionalmente, como se ilustra en la figura 1, la disposición de lumbreras 30 se fabrica de paneles planos, por ejemplo paneles de acero de un tipo frecuentemente usado para construcción de embarcaciones contemporáneas y construcciones mar adentro. Los paneles se cortan beneficiosamente al tamaño adecuado, por ejemplo por medio de corte con láser con dióxido de carbono, y luego se ensamblan, o se unen de otro modo, juntos, por ejemplo mediante cordones de soldadura continuos formados en interfaces en las que se juntan mutuamente los paneles. Además, las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d se implementan beneficiosamente en forma cilíndrica como se ilustra, en donde una forma cilíndrica es la que mejor puede aguantar aumentos de presión en condiciones climáticas adversas que ocurren dentro de las columnas 20a, 20b, 20c, 20d; además, una forma cilíndrica está a menudo disponible en forma de piezas componentes estándar, por ejemplo tubería de acero soldada continuamente, tuberías de materiales compuestos reforzados con fibra de carbono o fibra de vidrio, tuberías de hormigón moldeadas de calidad marina o cualquier combinación de estos. Opcionalmente, las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d se fabrican para tener una sección transversal poligonal, por ejemplo una sección transversal rectangular o sección transversal hexagonal. Opcionalmente, las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d se fabrican de componentes de chapa plana que se unen juntos, por ejemplo por medio de soldadura continua. Convenientemente, como se ilustra en la figura 2, las tuberías tienen un diámetro C en un intervalo de 1 metro a 2 metros, más preferiblemente un diámetro en un intervalo de 1,3 metros a 1,9 metros, y lo más preferiblemente un diámetro de sustancialmente 1,6 metros. Las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d tienen beneficiosamente una longitud alargada L en un intervalo de 5 a 25 metros, y más preferiblemente una longitud alargada L de sustancialmente 14 metros hasta un extremo inferior de los dispositivos de captación de energía 60. Aunque la figura 1 y la figura 2 ilustran cuatro columnas 20a, 20b, 20c, 20d y una disposición de lumbreras 30 asociada para adaptar, opcionalmente se incluyen dos o más columnas 20 en el convertidor 10. Opcionalmente, para el convertidor 10, las cuatro columnas 20a, 20b, 20c, 20d y la disposición de lumbreras 30 asociada se implementan como conjunto integral, por ejemplo como módulo producido en masa.

Aunque el susodicho convertidor 10 se usa beneficiosamente de modo que la dirección de onda propagación 40 es

en una dirección hacia delante como se ilustra, se apreciará que el convertidor 10 se puede usar con olas que llegan al convertidor 10 desde ángulos oblicuos, e incluso desde una dirección hacia atrás que es opuesta a la dirección hacia delante.

5 Haciendo referencia a la figura 2, las lumbreras de la disposición de lumbreras 30 tienen una disposición angular de los ángulos θ_a , θ_b , θ_c , θ_d para las columnas 20a, 20b, 20c, 20d respectivamente, respecto a un eje alargado de las columnas 20a, 20b, 20c, 20d como se ilustra. Opcionalmente, los ángulos θ_a , θ_b , θ_c , θ_d de las lumbreras 50a, 50b, 50c, 50d son sustancialmente 10°, 30°, 50°, 75° respectivamente, aunque son factibles otras disposiciones angulares para implementar la presente invención. Las columnas de aire 20a, 20b, 20c, 20d tienen beneficiosamente una distancia de separación G, en donde la distancia G es como opción sustancialmente 0,88 metros. Además, la 10 disposición de lumbreras 30 tiene opcionalmente un altura K y un ancho J como se ilustra en la figura 2, en donde la altura K es como opción sustancialmente 8 metros y el ancho J es como opción sustancialmente 10 metros. La disposición de lumbreras 30 tiene beneficiosamente una anchura, como se ve en una dirección de la flecha 40, de sustancialmente 3 metros. Dichos tamaños para las columnas 20a, 20b, 20c, 20d y la disposición de lumbreras 30 son aproximadamente comparables con una longitud de onda de olas de océano que el convertidor 10 se diseña 15 para convertir a potencia de salida, por ejemplo potencia de salida desde los dispositivos de captación de energía 60. Opcionalmente, las columnas 20a, 20b, 20c, 20d y la disposición de lumbreras 30 son de un tamaño que permite que ocurra absorción resonante de olas de océano dentro del convertidor 10, mejorando de ese modo la eficiencia de conversión del convertidor 10. Opcionalmente, las columnas 20a, 20b, 20c, 20d son afinadas dinámicamente en funcionamiento, por ejemplo variando su longitud L y/o diámetro C efectivos, por ejemplo usando deflectores 20 accionados o similar dentro de las columnas 20a, 20b, 20c, 20d.

El convertidor 10 puede funcionar para dirigir las olas de océano que vienen que se aproximan en una dirección de la flecha 40 a un vórtice decelerando dirigido hacia abajo 45 lo que aumenta la presión del vórtice 45 con profundidad en el océano y por tanto es especialmente eficiente para extraer energía de olas de océano en un volumen relativo pequeño, sin reflexión o trasmisión significativas de las olas de océano. Una manera de 25 funcionamiento de este tipo es fundamentalmente diferente de los convertidores de energía de olas de océano conocidos contemporáneos.

El convertidor 10 se diseña opcionalmente para ser dispuesto en distribuciones, en donde las distribuciones pueden ser de forma curvada o forma lineal dependiendo de la aplicación en un sistema. Por ejemplo, en la figura 3, la 30 disposición de lumbreras 30 diseñada para tener una forma radialmente en disminución que tiene un ángulo en disminución θ_s en un intervalo de 15° a 30°, y más como opción sustancialmente 23°, con una longitud M en un orden de 12 metros y anchura más ancha W de sustancialmente 6,1 metros, aunque cuando se implementa la presente invención son factibles otros tamaños para la disposición de lumbreras 30 de la figura 3. La disposición de lumbreras 30 de la figura 3 se fabrica convenientemente uniendo juntas chapas planas de material, por ejemplo por medio de soldadura continua de componentes de chapa de acero juntos. Como alternativa, la disposición de 35 lumbreras 30 se puede implementar como componente vertido de hormigón reforzado.

El convertidor 10 que se describe anteriormente es susceptible de ser montado sobre diversos tipos de plataforma para implementar sistemas de energía de olas de océano. Como alternativa, el convertidor 10 se puede montar en distribuciones para proporcionar defensas de costa, por ejemplo para reducir la erosión de costas y/o para crear 40 condiciones de océano en calma en una estela de las distribuciones, por ejemplo para acuicultura y/o para instalaciones portuarias.

Haciendo referencia a la figura 3B, se implementa como alternativa el convertidor de energía de olas 10, que se indica generalmente por 65, de manera que, para una dirección hacia delante de las olas de océano 40, las cinco lumbreras 50a, 50b, 50c, 50d, 50e se disponen a lo largo de la dirección 40 y las cinco lumbreras 50a, 50b, 50c, 50d, 50e tienen progresivamente ángulos más pronunciados para sus ejes alargados respecto a un plano de una 45 superficie de océano 70 conforme las lumbreras 50a, 50b, 50c, 50d, 50e se disponen progresivamente más profundas, es decir como se ilustra. Opcionalmente, la lumbrera 50a tiene su eje alargado en un ángulo de sustancialmente 45° respecto a la superficie de océano 70, y la lumbrera 50e tiene su eje alargado sustancialmente ortogonal respecto a la superficie de océano 70; las lumbreras intermedias 50b, 50c, 50d tienen sus ejes alargados en ángulos intermedios entre 45° y sustancialmente ortogonales respecto a la superficie de océano 70.

Haciendo referencia a continuación a la figura 4, se muestra un sistema de energía de olas de océano indicado generalmente por 100. El sistema 100 incluye una plataforma flotante 110 que tiene una pluralidad de lóbulos periféricos que sobresalen hacia fuera 120. Por ejemplo, la plataforma 110 tiene una forma plana poligonal, y los lóbulos periféricos que sobresalen hacia fuera 120 se disponen en facetas de la forma plana poligonal. Opcionalmente, la plataforma 110 tiene una forma plana hexagonal como se ilustra. Opcionalmente, los lóbulos 120 50 tienen cantos periféricos redondeados hacia fuera a lo largo de los que se dispone una pluralidad de convertidores 10 como se ilustra. Opcionalmente, una pluralidad del sistema 100 se puede instalar a lo largo de una línea costera y se ancla a un lecho marino; por ejemplo, la pluralidad de los sistemas 100 se pueden acoplar juntos mutuamente, por ejemplo por medio de cadenas o cables, para formar una red flotante. En condiciones de tormenta, el sistema 100 es robusto, es decir es extremadamente difícil de provocar que se vuelque, y olas de excesiva magnitud pueden 60 inundar convenientemente una superficie superior de los lóbulos 120 y la plataforma 110 y de ese modo disipar su exceso de energía. El sistema 100 se puede usar para generar potencia, por ejemplo potencia eléctrica; como

alternativa, el sistema 100 se puede usar como defensa de costa o defensa de fiordo para proteger líneas costeras contra impacto completo de olas de océano, por ejemplo como barrera contra olas tipo tsunami. La plataforma 110 y sus lóbulos 120 se fabrican beneficiosamente de uno o más de: hormigón, paneles de metal, materiales compuestos plásticos. Además, cuando se implementa el sistema 100 es beneficioso emplear el convertidor 10 que se ilustra en la figura 4. Durante la fabricación, el sistema 100 emplea numerosas piezas componentes mutuamente similares que son susceptibles de ser producidas en masa para reducir el coste de fabricación. Además, el sistema 100 se ensambla beneficiosamente en agua calmada y luego se remolca a su ubicación final para la instalación.

Haciendo referencia a continuación a la figura 5, se muestra un sistema alternativo indicado generalmente por 200. El sistema 200 incluye en su canto periférico inferior una pluralidad de los convertidores 10, y una plataforma flotante 210 por encima de los mismos que incluye una barandilla periférica de seguridad 215. Sobre la plataforma 210 se incluye un edificio de servicio 220, por ejemplo cuartos para personal y/o instalaciones de turbina generador. Opcionalmente, sobre un tejado del edificio de servicio 220 se incluye una plataforma de helicóptero 230. El sistema 200 se diseña para flotar como una isla, y los convertidores 10 se disponen a modo de anillo sustancialmente alrededor de una periferia de la plataforma 210 y pueden funcionar para proporcionar potencia eléctrica al edificio de servicio 220. Opcionalmente, el edificio de servicio 220 y la plataforma 210 tienen una forma poligonal, por ejemplo una forma hexagonal como se ilustra. Opcionalmente, la plataforma 210 sobresale de los convertidores 10 en las inmediaciones de la barandilla 215. En la figura 6, se proporciona una vista inferior del sistema 200, que ilustra que cada convertidor 10 incluye tres lumbreras 50a, 50b, 50c cuya profundidad en el agua aumenta progresivamente en una dirección hacia un eje vertical central 240 de una base cilíndrica central 250 del sistema 200; en otras palabras, la lumbrera 50b se extiende más profunda en el agua que la lumbrera 50a en funcionamiento, y la lumbrera 50c se extiende más profunda en funcionamiento en el agua que la lumbrera 50b como se ilustra. Además, las lumbreras 50A, 50b, 50c tienen ángulos progresivamente crecientes θ respecto al eje vertical central 240 de simetría del sistema 200 en una dirección hacia el eje vertical central 240 de simetría. La base cilíndrica central 250 incluye beneficiosamente una masa pesada de lastre en una parte inferior de la misma para proporcionar al sistema 200 estabilidad intrínseca cuando flota en agua; en otras palabras el sistema 200 es flotante a modo de isla flotante. La base central 250 se fabrica beneficiosamente de hormigón reforzado de calidad marina y/o placa de acero soldada. Opcionalmente, el sistema 200 se adapta para ser montado alrededor de una base de un aerogenerador mar adentro, proporcionando de ese modo una colocación sinérgica de generación de potencia eólica y generación de potencia de olas de océano.

Haciendo referencia a continuación a la figura 7, la figura 8 y la figura 9, se muestran ilustraciones de un sistema indicado generalmente por 300 y que incluye una pluralidad de los convertidores 10 mencionados anteriormente. El sistema 300 se basa en un bastidor como se ilustra en la figura 7, en donde el bastidor incluye tres torres cilíndricas huecas flotantes 310a, 310b, 310c dispuestas sustancialmente en sus extremos superiores en tres esquinas de una plataforma superior triangular equilátera denotada por 320 como se ilustra. Miembros transversales 330 se acoplan mutuamente a extremos sustancialmente inferiores de las torres cilíndricas huecas flotantes 310a, 310b, 310c juntas como se ilustra para proporcionar una configuración geométrica robusta para el bastidor. Beneficiosamente se proporcionan miembros diagonales 340 que se acoplan entre la plataforma 320 y las torres cilíndricas huecas flotantes 310a, 310b, 310c para proporcionar el bastidor con mejor robustez para aguantar condiciones climáticas oceánicas fuertes en funcionamiento. Superficialmente, el bastidor parece similar en su manera de construcción a plataformas contemporáneas flotantes de exploración y producción de petróleo y gas, por ejemplo como las empleadas contemporáneamente mar adentro en Noruega para proporcionar exploración y producción de petróleo y gas. El bastidor es beneficiosamente susceptible de ser fabricado en astilleros que hasta el momento han fabricado susodichas plataformas contemporáneas flotantes de exploración y producción de petróleo y gas. Opcionalmente, el bastidor se fabrica de diversos componentes de acero que se sueldan y/o empernan juntos. Como se ilustra en la figura 8, el bastidor se dispone para acomodar una pluralidad de convertidores 10 que tienen lumbreras 50a a 50f que son progresivamente de mayor ángulo respecto a la vertical, y de mayor profundidad hacia un eje vertical central del sistema 300 cuando se instala en funcionamiento. Todas las lumbreras 50a a 50f se orientan hacia fuera desde el eje vertical central como se ilustra. Opcionalmente, las lumbreras 50a a 50f tienen un perfil de sección transversal circular como se ilustra. Se incluye un alojamiento de servicio 350 para acomodar uno o más generadores, personal y cosas semejantes. En funcionamiento, es beneficioso que la torre cilíndrica 310b se oriente hacia una dirección predominante de propagación de olas de océano. Es beneficioso que el sistema 300 pueda ser fabricado en regiones de agua calmada y luego remolcado a su ubicación de funcionamiento pretendida. Además, el sistema 300 es retenido beneficiosamente en posición mediante uno o más anclajes asegurados a un lecho marino en las inmediaciones a donde se pretende que funcione el sistema 300. Beneficiosamente, entre las torres cilíndricas 310a, 310b, 310c se incluyen instalaciones de amarre de embarcaciones, es decir en una estela del sistema 300 sustancialmente desprovistas de olas de océano, para permitir que navíos de mantenimiento atraquen con el sistema 300 cuando se requiera. Como se ilustra en la figura 9, los dispositivos de captación de energía 60 se disponen sustancialmente a una altura de la plataforma 320 y son fácilmente accesibles por personal acomodado en el alojamiento de servicio 350; dicha instalación de los dispositivos 60 permite que los dispositivos 60 sean reparados, asistidos o sustituidos convenientemente por personal mientras el sistema 300 está en funcionamiento. Opcionalmente, los dispositivos 60 del sistema 300 se acoplan a una turbina central acomodada en el alojamiento de servicio 350; como alternativa, cada dispositivo 60 incluye su propia turbina y generador de modo que cada columna 20 de los convertidores 10 puede funcionar de una manera mutuamente autónoma. Beneficiosamente, los dispositivos 60 están a distancia de las lumbreras 50 y por tanto, a una extensión, están bien protegidos de olas de gran magnitud en condiciones de

tormenta o huracán experimentadas en las lumbreras 50. En la figura 9, se muestra añadido un ejemplo de convertidor 10 del sistema 300, es decir adyacente al sistema 300 únicamente para fines de ilustración.

Cada convertidor 10 del sistema 300 puede en funcionamiento, por ejemplo en ubicaciones mar adentro noruegas, japonesas y escocesas, generar decenas de kilovatios (kW) de potencia, de manera que el sistema 300 potencialmente puede generar en total un orden de 10 Megavatios (MW) a 500 Megavatios (MW) de potencia, es decir comparable a un pequeño reactor nuclear pero sin riesgo de contaminación radioactiva o fuga térmica. Además, el sistema 300 puede generar en su estela agua de océano más calmada que es propicia para soportar acuicultura. Cuando se completa su vida en servicio, el sistema 300 puede ser remolcado a puerto, y sus materiales reciclados para fabricar otros productos. Dichas características deseables hacen del sistema 300 una opción atractiva para producción energética sostenible con baja producción de dióxido de carbono a un coste que es potencialmente menor que un coste total de ciclo de vida de generar potencia nuclear. El sistema 300 es así especialmente adecuado para países tales como Japón que son sísmicamente activos y así inadecuados para potencia nuclear. El sistema 300 puede ser instalado en gran número a lo largo de una línea costera, con espacios entre los mismos para permitir acceso a embarcaciones, botes salvavidas y similares. Además, el sistema 300 puede ser instalado a distancias mar adentro en las que no desfiguran la belleza natural de las líneas costeras. Adicionalmente, el sistema 300 tiene un perfil de altura relativamente bajo en comparación con aerogeneradores mar adentro, y por tanto no interfiere significativamente con radares costeros. El sistema 300 puede ser construido en astilleros existentes usando técnicas de construcción conocidas, y por tanto representa un producto atractivo de fabricar cuando la demanda de plataformas de exploración y producción mar adentro de petróleo y gas finalmente disminuya en el futuro como resultado del agotamiento de reservas geológicas fósiles de petróleo y gas. Opcionalmente, la plataforma 320 pueden ser provista de una cubierta protectora fabricada, al menos en parte, de celdas fotovoltaicas para convertir radiación solar en potencia eléctrica y también proporcionar al personal un ambiente más confortable en la plataforma 320 para dar servicio a los dispositivos de captación de energía 60.

Opcionalmente, el sistema 300 es provisto de una o más estructuras sumergidas debajo de los convertidores 10 para proporcionar una absorción óptima de energía de olas de océano. Opcionalmente, la una o más estructuras sumergidas son ajustables para proporcionar absorción controlada dinámicamente, por ejemplo favoreciendo ciertas longitudes de onda específicas de olas de océano. Opcionalmente, la una o más estructuras sumergidas son con forma plana, y se disponen para mejorar la generación del susodicho vórtice 45. Opcionalmente, la flotabilidad de una o más de las torres cilíndricas 310a, 310b, 310c es ajustada en funcionamiento para subir o bajar las lumbreras 50 de la pluralidad de convertidores 10 para lograr absorción óptima de energía de olas de océano y/o generación óptima de energía dentro del sistema 300. Opcionalmente, en condiciones de tormenta fuerte o huracán, la flotabilidad de una o más de las torres cilíndricas 310a, 310b, 310c es ajustada para bajar el sistema 300 dentro de un ambiente oceánico para permitir que el sistema 300 aguante mejor dichas tormentas o huracanes.

Haciendo referencia a continuación a la figura 10, se proporciona una ilustración de un sistema de energía de olas de océano indicado generalmente por 500. El sistema 500 se basa en una plataforma conocida convencional de petróleo y gas que incluye cuatro torres cilíndricas 520 en sus extremidades que soportan una plataforma superior 510 y se acoplan juntas mutuamente por medio de miembros de fortalecimiento transversal y diagonal 530. Desde la plataforma 510 se suspende una única distribución de convertidores 10 cuya disposición de lumbreras 30 se dispone sustancialmente en una superficie superior, o ligeramente por debajo de esta, del océano. Sobre la plataforma 510 se construye un edificio de instalación de servicio 540 y aloja beneficiosamente personal, maquinaria, turbinas, repuestos y similares. Opcionalmente, una superficie de tejado superior del edificio 540 funciona como plataforma de aterrizaje de helicópteros. El sistema 500 es anclado beneficiosamente en un lecho marino del océano, y puede ser remolcado a su posición para la instalación.

Beneficiosamente, el sistema 500 también puede funcionar como punto de conexión para cables, por ejemplo para soportar un huerto eólico. Opcionalmente, sobre la plataforma superior 510 se puede construir uno o más aerogeneradores para permitir que el sistema 500 genere energía tanto de olas de océano como de viento. Opcionalmente, la plataforma superior 510 puede soportar aparatos de generación de potencia de conversión de energía térmica de océano (OTEC) que pueden funcionar para generar potencia a partir de diferencias de temperatura con la profundidad que se encuentran en el océano en las inmediaciones del sistema 500; dicho OTEC es especialmente pertinente cuando el sistema 500 se emplea en océanos tropicales.

A fin de proporcionar una apreciación de dimensiones del sistema 500, se hace referencia a la figura 11. Las torres cilíndricas 520 se espacian beneficiosamente distancias en un intervalo de 100 metros a 500 metros. Opcionalmente, se incluyen cientos o incluso miles de columnas 20 y lumbreras asociadas 50 y dispositivos de captación de energía 60. Además, el sistema 500 potencialmente puede generar al menos decenas de Megavatios (MW) de potencia eléctrica en funcionamiento. Una pluralidad de dichos sistemas 500 son susceptibles de ser acoplados juntos en una red dispuesta espacialmente para proporcionar defensa de costas, para crear agua calmada en una estela de la red que es adecuado para acuicultura, por ejemplo granjas de algas y/o peces, para crear canales calmados de embarcaciones, para proporcionar defensa de costas contra erosión de costas, para proporcionar prisiones flotantes, para proporcionar hoteles flotantes y áreas recreativas similares (por ejemplo para venta de mercancías libre de impuestos), y similares. Otros sistemas conformes a la presente invención descrita anteriormente también son susceptibles de ser empleados para tales diversas aplicaciones.

Haciendo referencia a continuación a la figura 12, se muestra un sistema de olas de océano indicado generalmente por 600. El sistema 600 incluye una plataforma flotante fabricada de una pluralidad de módulos hexagonales 610, en donde la plataforma tiene de ese modo lóbulos que sobresalen hacia fuera que son opcionalmente, al menos en parte, instalados con convertidores 10 que tienen una disposición de lumbreras 30 de forma angular como se representa generalmente en la figura 3. En una parte sustancialmente central de la plataforma se incluye uno o más edificios 610, por ejemplo cuartos de estar, alojamientos para equipos y similares. Opcionalmente, el sistema 600 se puede emplear como hotel flotante, como alojamiento flotante de lujo, como prisión flotante, como centro de rehabilitación flotante, una fábrica flotante o similar.

En una manera pasiva de funcionamiento, los convertidores 10 se emplean para absorber olas que vienen para proteger la plataforma durante condiciones climáticas adversas. En una manera activa de funcionamiento, los convertidores 10 se emplean para generar potencia para el uno o más edificios, por ejemplo para calefacción, iluminación, aire acondicionado, etc. Opcionalmente, el sistema 600 se emplea como generador de potencia de olas de océano para proporcionar potencia de salida, por ejemplo por medio de cables a tierra y/o para convertir materiales que llevan de energía transportados al sistema 600 que posteriormente son recogidos del sistema 600 cuando se procesa para aumentar su estado de energía latente. Opcionalmente, una pluralidad de los sistemas 600 se anclan a un lecho marino y se acoplan juntos, por ejemplo por medio de alambres de cadenas, o cables para formar una red robusta sobre una superficie del océano, por ejemplo para propósitos de protección contra erosión de costas. Opcionalmente, los sistemas 600 se acoplan juntos por medio de cables eléctricos, por ejemplo para proporcionar una red de cables para un huerto eólico mar adentro que tiene una disposición de aerogeneradores distribuidos espacialmente.

Haciendo referencia a continuación a la figura 13, se muestra una distribución de los convertidores 10, en donde cada convertidor 10 se equipa con un reflector de olas 700 correspondiente que puede funcionar en un estado sumergido. Opcionalmente, el reflector de olas 700 se implementa como componente plano simple, por ejemplo como deflector plano. Como alternativa, el reflector de olas 700 se implementa como estructura tridimensional robusta que incluye una base 710, paredes laterales 720 y una pared posterior 730. Opcionalmente, la base 710 y las paredes 720, 730 son en disminución hacia fuera hacia una dirección hacia delante de propagación de olas cuando se usa. Opcionalmente, los reflectores 700 son accionados para ajustar sus posiciones espaciales respecto a las lumbreras 50 para obtener acoplamiento óptimo de energía a las columnas 20. El uso de los reflectores 700 puede mejorar la eficiencia de acoplamiento de energía del convertidor en un intervalo de dos a tres veces, es decir una mejora muy significativa en eficiencia de conversión de energía de olas; dicha mejora puede tener un impacto muy beneficioso en el atractivo económico del convertidor 10 para generación de potencia a gran escala. Los reflectores de olas 700 se fabrican beneficiosamente de hormigón reforzado y/o de metal de calidad marítima.

Países tales como Japón que tienen un área de tierra relativamente restringida, una gran población, un gran requisito de alimento acuático y un gran requisito de energía pueden beneficiarse enormemente del convertidor 10 y sistemas que incorporan el convertidor 10.

Dichos países pueden haber invertido en tecnología nuclear convencional basada en varillas de combustible de arcilla de circonia que genera considerables desperdicios nucleares; el revestimiento de circonia de varillas de combustible contemporáneas falla debido a exposición a flujo de neutrones antes de que se utilice más de un poco por ciento de uranio o combustible MOX. Recientemente, ha revivido un gran interés en relación con reactores de sal fundida de torio que pueden generar potencialmente grandes cantidades de potencia con muy poca generación de desperdicios nucleares; los reactores de torio fueron investigados primero por el Dr. Alvin Weinberg en Oak Loma National Laboratories en los años 50 y 60. Beneficiosamente, un reactor de sal fundida de torio se puede configurar para transmutar las existencias contemporáneas de desperdicios nucleares y hacer que sean relativamente inocuas. Además, el torio es un material relativamente pleno derivado de mineral monocito, en donde cerca de 1 millón de toneladas de mineral monocito se va a encontrar en la región de Telemark de Noruega. Sistemas conformes a la presente invención que incluyen los convertidores 10 son ideales para soportar aparatos de reactor de sal fundida de torio, en donde aparatos flotantes de reactor de torio mar adentro están bien protegidos contra tsunamis y también tienen copiosa agua de enfriamiento fácilmente disponible. Como Japón tienen ahora enormes existencias de desperdicios nucleares, dicho aparato reactor de torio puede proporcionar sinérgicamente a Japón copiosas cantidades de potencia de una manera segura al tiempo que también transmuta y así se desecha con seguridad las existencias de desperdicios nucleares en Japón. Cuando a reactores de sal fundida de torio se les proporcionan disposiciones de taco fundido de seguridad, incidentes de desbordamiento térmico tales como los ocurridos en Fukushima serían virtualmente imposibles con dichos reactores de sal fundida de torio. Las configuraciones de sal de torio empleadas se basan beneficiosamente en fluoruro o cloruro. Los convertidores 10 se emplean beneficiosamente para absorber olas que vienen y así proteger dichos aparatos de reactor de torio contra peligros. En un acontecimiento de una onda pavorosa masiva, por ejemplo un tsunami, plataformas que incluyen convertidores 10 conforme a la presente invención subirían a una parte superior de dichas olas masivas y no sufrirían daños; además, los convertidores 10 empleados contribuyen sinérgicamente a la generación de potencia así como a realizar una función de absorción de energía de olas de océano. Actualmente, se consideran reactores de sal fundida de torio para submarinos en donde no se requeriría repostar durante la vida útil de los submarinos debido al eficiente consumo de combustible de torio dentro de dichos reactores. Las estaciones flotantes de potencia basadas en susodicho aparato reactor de torio y convertidores 10 para propósitos de absorción de energía de olas de océano se pueden instalar a lo largo de líneas costeras según sea necesario, por ejemplo

5 para desalinización de emergencia de agua marina para generar agua fresca para áreas azotadas por hambruna. Se cree que empresas contemporáneas tales como Flibe Inc. (EE. UU.) y Rolls Royce (RU) están trabajando actualmente en programas de desarrollo rápido para reactores de sal fundida de torio. Se estima que las reservas de torio conocidas pueden dar energía al mundo a tasas de consumo existentes de energía actualmente derivadas de quemar combustibles fósiles durante un periodo de más de 100.000 años, dado que se puede ejecutar el desarrollo adecuado de diseños comerciales de reactores de sal fundida de torio.

10 El susodicho convertidor 10 es susceptible de ser empleado en diversas aplicaciones para proporcionar protección contra olas de océano y/o para generar energía a partir de olas de océano. Se pueden usar filas y distribuciones del convertidor 10, por ejemplo, para proporcionar defensa de costas contra olas, protección contra olas a lo largo de puentes flotantes, protección contra olas alrededor de instalaciones de acuicultura mar adentro, puertos, islas flotantes, boyas y cosas semejantes.

15 El convertidor 10, en sus diversas implementaciones que se describen anteriormente, emplean beneficiosamente nanotecnología para mejorar sus prestaciones. Beneficiosamente, superficies interiores de las columnas 20 y la disposición de lumbreras 30 se recubren con una capa de material en nanopartículas que dificulta el crecimiento de algas y biota acuática similar. Además, cuando se emplea material de hormigón cuando se implementa el convertidor 10, o sistemas que incorpora el convertidor 10, el material de hormigón es beneficiosamente de tipo poro cerrado que puede aguantar décadas de uso en ambientes marinos sustancialmente sin degradación. Además, el propio material de hormigón fortalece beneficiosamente por incorporación de nanofibras en el mismo, por ejemplo túbulos de carbono que exhiben prestaciones de resistencia al peso de muchos órdenes de magnitud mayor que el
20 acero de alta tensión.

25 Son posibles modificaciones de las realizaciones de la invención descritas anteriormente sin salir del alcance de la invención definido por las reivindicaciones adjuntas. Se pretende que expresiones tales como "que incluye", "que comprende", "que incorpora", "que consiste en", "tienen", "es" usadas para describir y reivindicar la presente invención sean interpretadas de una manera no exclusiva, es decir permitir que también estén presentes artículos, componentes o elementos no explícitamente descritos. Referencia al singular también se debe interpretar relacionada con el plural. Numerales incluidos dentro de paréntesis en las reivindicaciones adjuntas pretenden ayudar a entender las reivindicaciones y no deben interpretarse de cualquier manera que limite el tema de asunto reivindicado por estas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un convertidor de energía de olas (10) para convertir en funcionamiento energía transportada en olas de océano, que se propagan en una dirección de propagación de olas (40) en un ambiente oceánico y recibida en el convertidor (10), en potencia generada, en donde el convertidor (10) incluye una pluralidad de columnas (20) que están en comunicación de fluidos por medio de lumbreras correspondientes (50) con las olas de océano recibidas en el convertidor (10), en donde las lumbreras (50) se disponen sustancialmente en serie a lo largo de la dirección de propagación de olas (40), y en donde las lumbreras (50) son progresivamente de mayor profundidad en el ambiente oceánico a lo largo de la dirección de propagación de olas (40) para provocar que un primer componente de las olas de océano se propague en una dirección descendente (45) y un segundo componente de las olas de océano se propague a las lumbreras (50) para acoplar energía a la misma, caracterizado por que
 - (i) la pluralidad de columnas (20) se disponen de modo que sus ejes alargados se alinean sustancialmente a lo largo de una primera dirección (40), y que las lumbreras (50) tienen ángulos de lumbrera correspondientes (θ) respecto a la primera dirección que son progresivamente más grandes conforme las lumbreras (50) son progresivamente de mayor profundidad; o
 - (ii) la pluralidad de columnas (20) se disponen de modo que sus ejes alargados se alinean sustancialmente a lo largo de una primera dirección (40), y que las lumbreras (50) tienen ángulos de lumbrera correspondientes (θ) respecto a la primera dirección que son progresivamente más pequeños conforme las lumbreras (50) son progresivamente de mayor profundidad.
2. Un convertidor de energía de olas (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera dirección es sustancialmente una dirección horizontal cuando el convertidor (10) está en funcionamiento.
3. Un convertidor de energía de olas (10) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las lumbreras (50) tienen una sección transversal elíptica, redonda o rectilínea.
4. Un convertidor de energía de olas (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la pluralidad de columnas (20) pueden funcionar para acoplarse a las olas de océano recibidas en las lumbreras (50) de una manera resonante.
5. Un convertidor de energía de olas (10) según una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las columnas (20) incluyen correspondiente dispositivos de captación de energía (60) en regiones superiores del mismo y/o en regiones inferiores del mismo y/o en lumbreras (50) del mismo.
6. Un convertidor de energía de olas (10) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el convertidor (10) incluye un intervalo de 2 a 10 columnas (20) y lumbreras asociadas (50) dispuestas en serie.
7. Un convertidor de energía de olas (10) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el convertidor (10) incluye uno o más reflectores de olas sumergidos (700) en inmediaciones de las lumbreras (50) del convertidor (10) para reflejar las olas de océano más eficientemente a las lumbreras (50).
8. Un convertidor de energía de olas (10) según la reivindicación 7, caracterizado por que el convertidor (10) incluye un mecanismo para ajustar una posición espacial del uno o más reflectores de olas sumergidos (700) respecto a las lumbreras (50) para afinar el convertidor (10) para convertir más óptimamente energía presente en las olas de océano.
9. Un sistema de energía de olas (100, 200, 300, 500, 600) que incluye una plataforma (110, 210, 320) que define un canto periférico a la misma, caracterizado por que una pluralidad de convertidores de energía de olas (10) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores se montan sustancialmente alrededor de al menos una parte de dicho canto periférico para recibir olas de océano que se propagan hacia el sistema (100, 200, 300) en los convertidores (10).
10. Un sistema de energía de olas (100, 200, 300, 500, 600) según la reivindicación 9, caracterizado por que la plataforma (110, 210, 320) tiene una forma triangular, redonda o poligonal.
11. Un sistema de energía de olas (100, 200, 300, 500, 600) según la reivindicación 9, caracterizado por que la plataforma comprende una pluralidad de módulos poligonales (620) que se acoplan mutuamente juntos para formar la plataforma.
12. Un sistema de energía de olas (100, 200, 300, 500, 600) según la reivindicación 11, caracterizado por que la pluralidad de módulos poligonales (610) son de forma mutuamente similar.
13. Un sistema de energía de olas (100, 200, 300, 500, 600) según la reivindicación 9, caracterizado por que la plataforma se dispone para soportar un aparato reactor nuclear de torio, y que la pluralidad de convertidores de energía de olas (10) pueden funcionar para proteger el aparato reactor nuclear de torio contra daño de las olas de océano.

14. Un sistema de energía de olas (100, 200, 300, 500, 600) según la reivindicación 9, caracterizado por que la plataforma (110, 210, 320) puede funcionar para soportar uno o más edificios (220, 620).

5 15. Un método para convertir energía transportada en olas de océano que se propagan en una dirección de propagación de olas en un ambiente oceánico cuando son recibidas en un convertidor de energía de olas (10) para generar potencia, caracterizado por que dicho método incluye:

(a) disponer el convertidor (10) para que incluya una pluralidad de columnas (20) que están en comunicación de fluidos por medio de lumbreras correspondientes (50) con las olas de océano recibidas en el convertidor (10);

10 (b) disponer las lumbreras (50) para que se dispongan sustancialmente en serie a lo largo de la dirección de propagación de olas (40), y

(c) disponer las lumbreras (50) para que sean progresivamente de mayor profundidad en el ambiente oceánico a lo largo de la dirección de propagación de olas (40) para provocar que un primer componente de las olas de océano se propague en una dirección descendente (45) y un segundo componente de las olas de océano se propague a las lumbreras (50) para acoplar energía a la misma,

15 en donde:

(i) dicho método incluye disponer la pluralidad de columnas (20) de modo que sus ejes alargados se alineen sustancialmente a lo largo de una primera dirección, y que las lumbreras (50) tengan ángulos de lumbrera correspondientes (θ) respecto a la primera dirección que son progresivamente más grandes conforme las lumbreras (50) son progresivamente de mayor profundidad; o

20 (ii) dicho método incluye disponer la pluralidad de columnas (20) de modo que sus ejes alargados se alineen sustancialmente a lo largo de una primera dirección, y que las lumbreras (50) tengan ángulos de lumbrera correspondientes (θ) respecto a la primera dirección que son progresivamente más pequeñas conforme las lumbreras (50) son progresivamente de mayor profundidad.

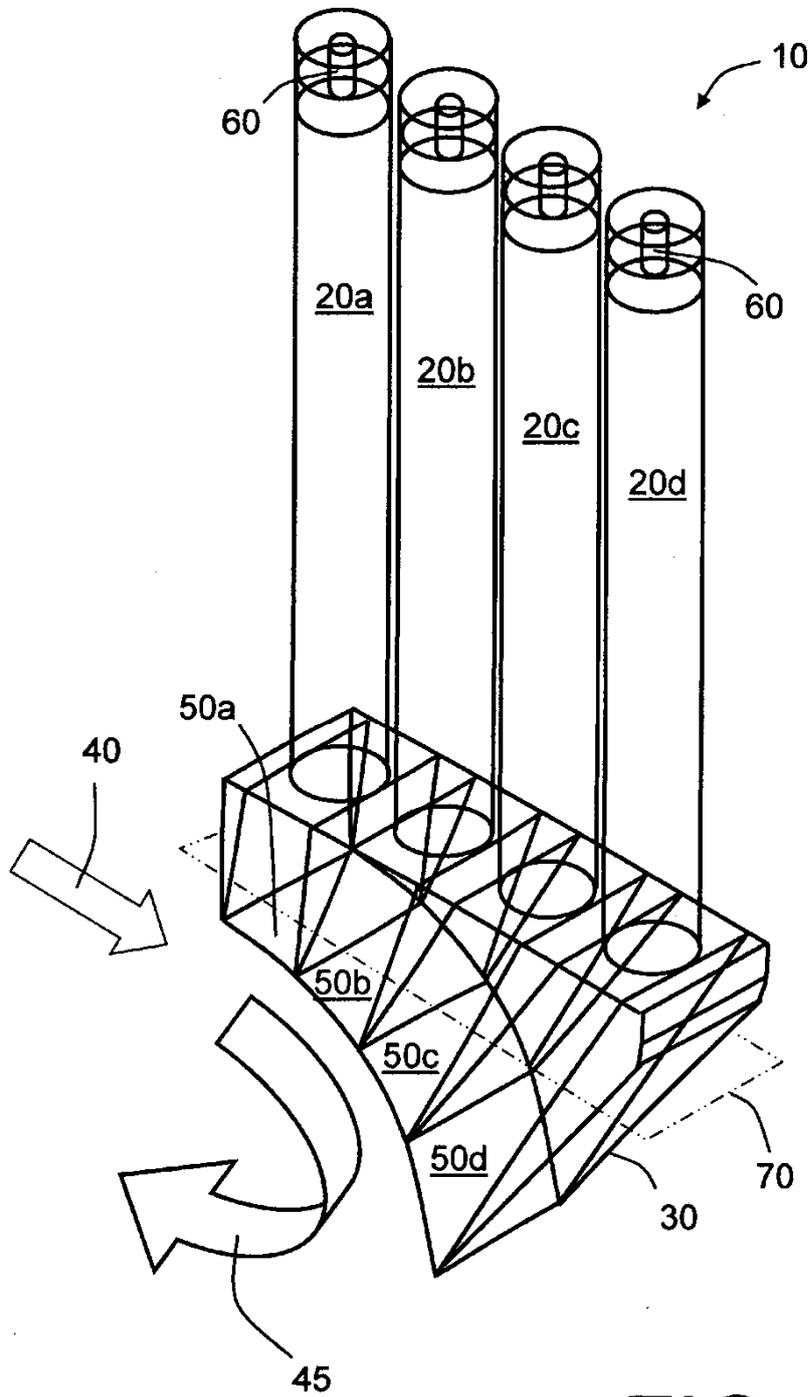


FIG. 1

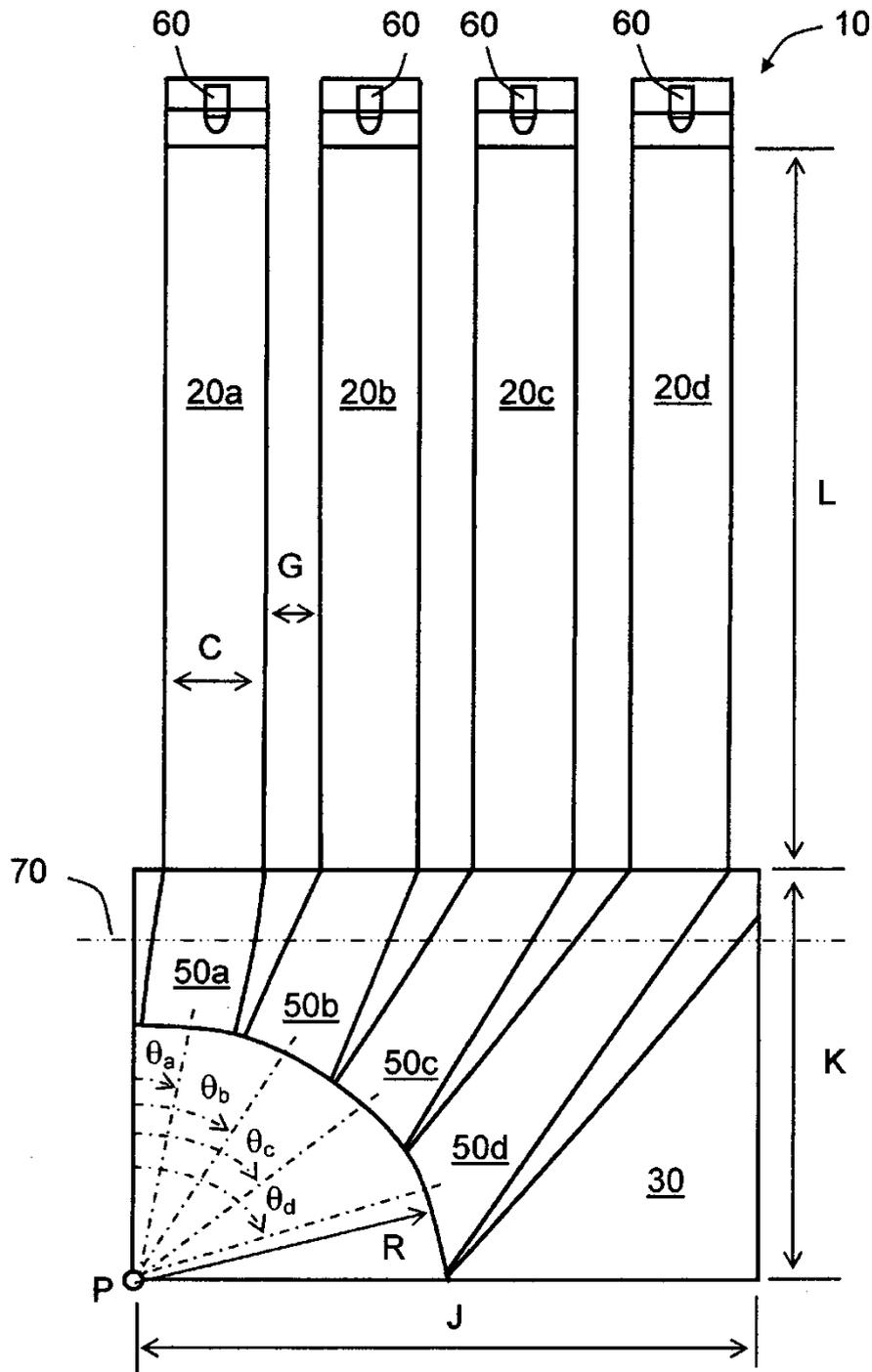


FIG. 2

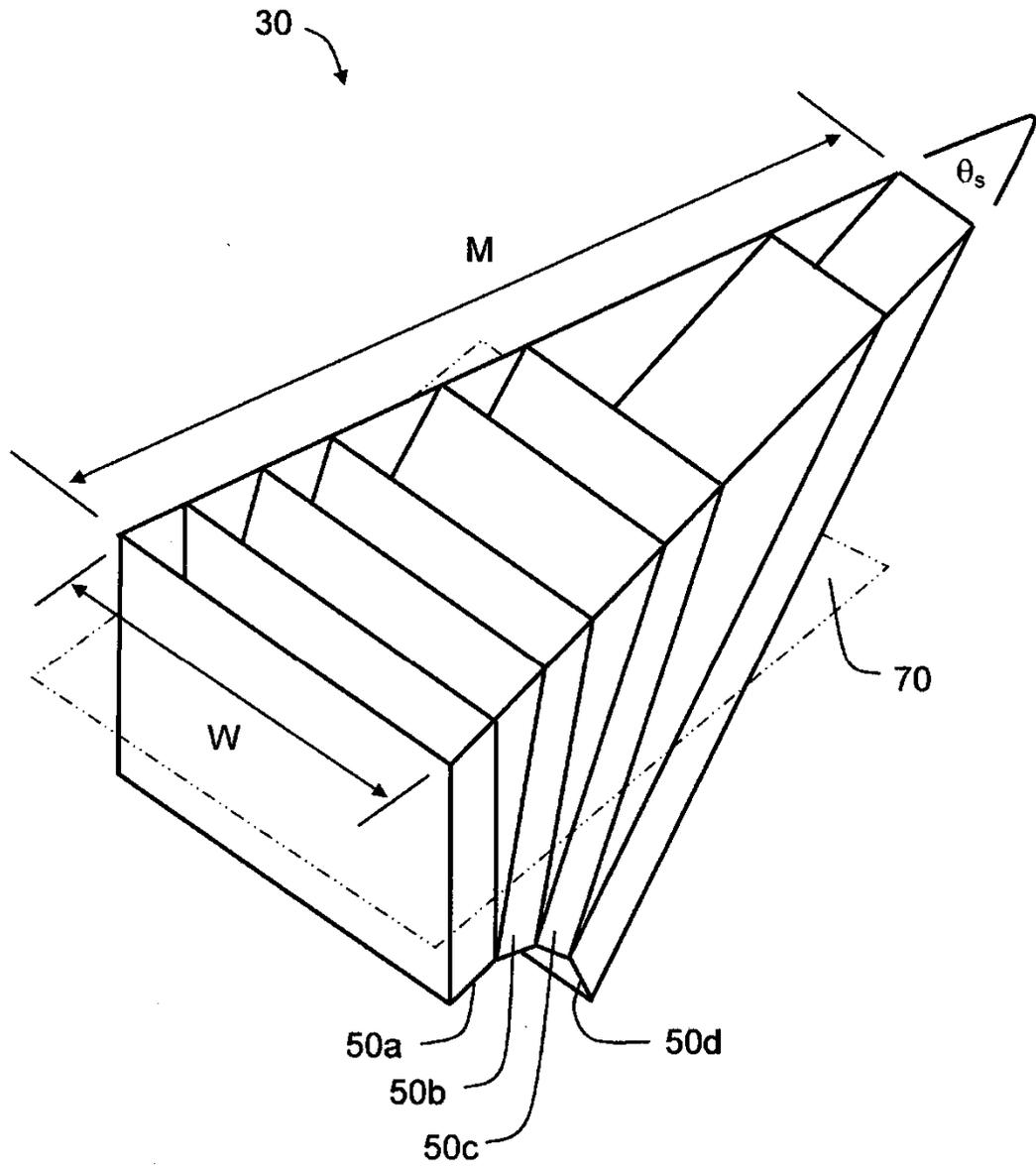


FIG. 3A

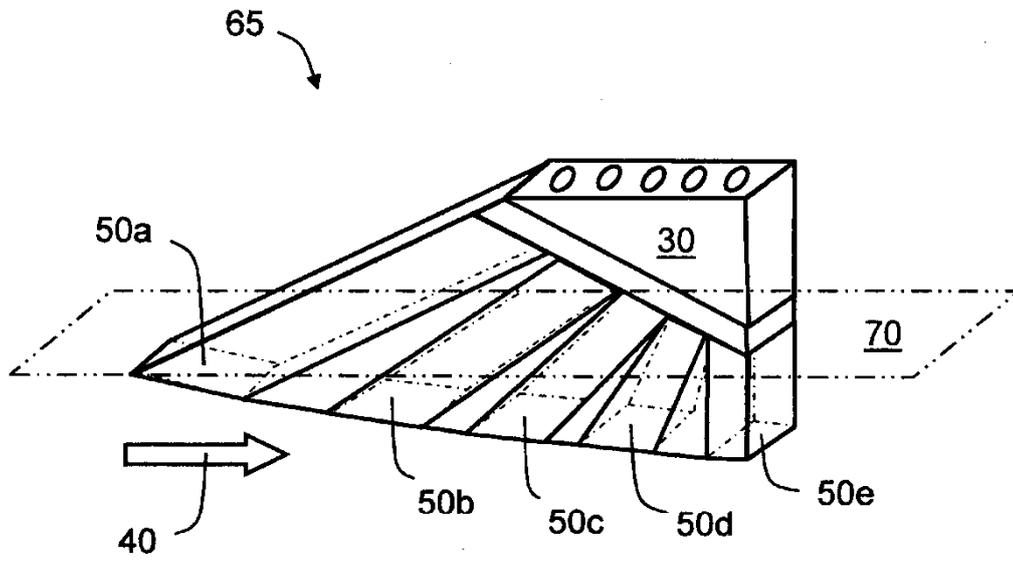


FIG. 3B

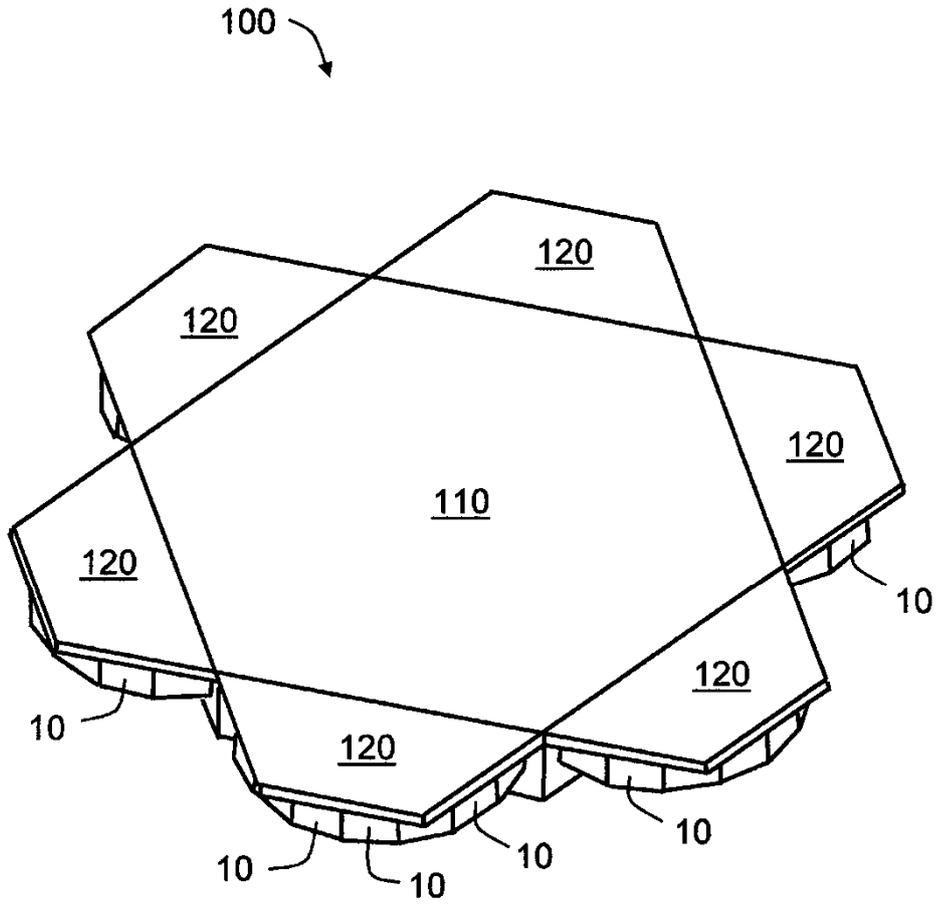


FIG. 4

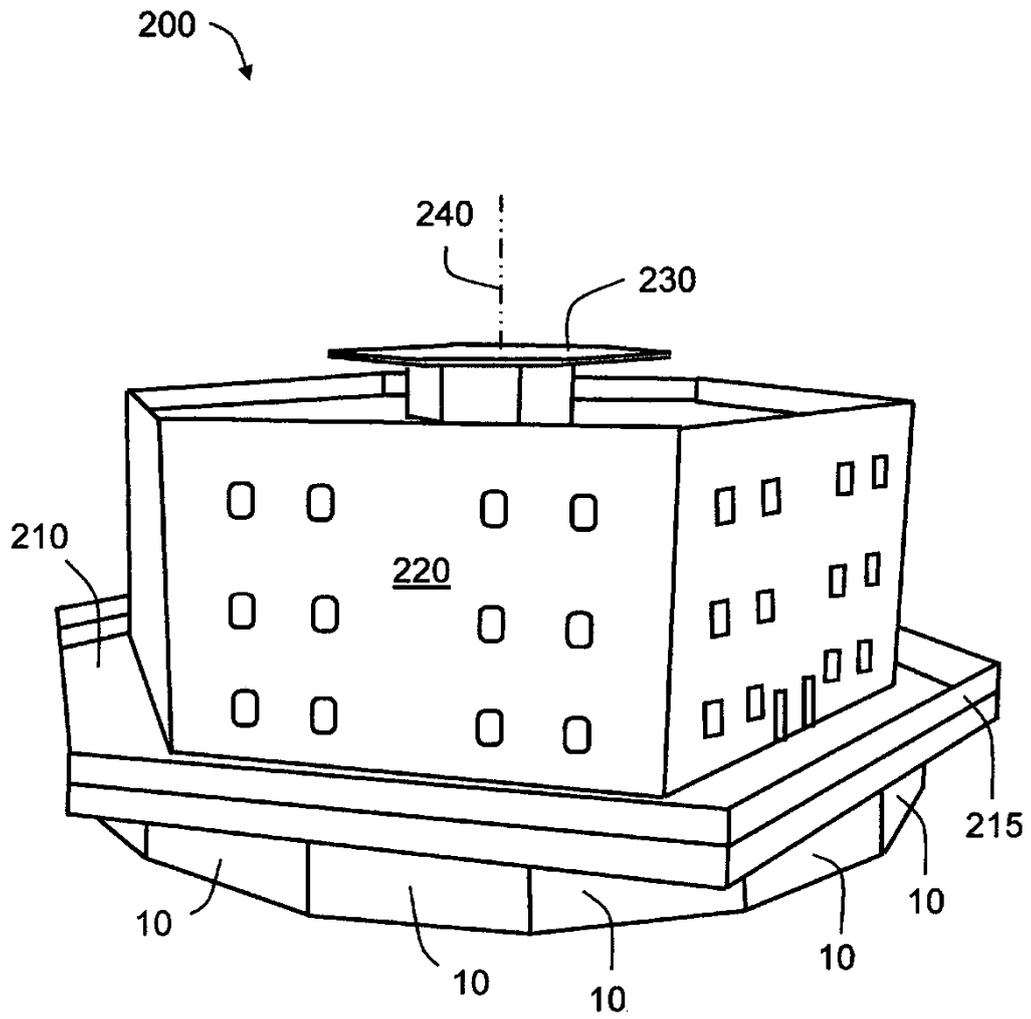


FIG. 5

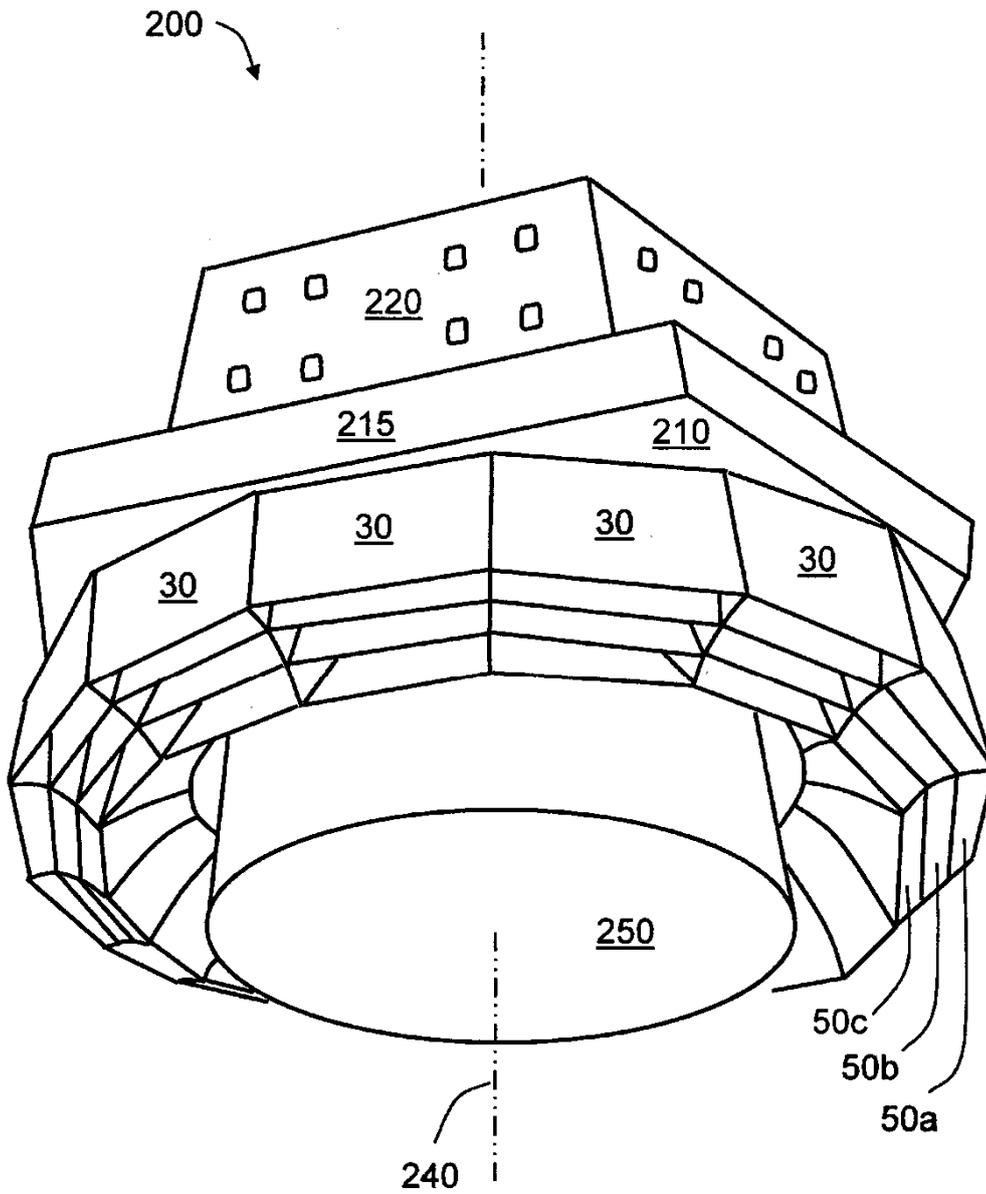


FIG. 6

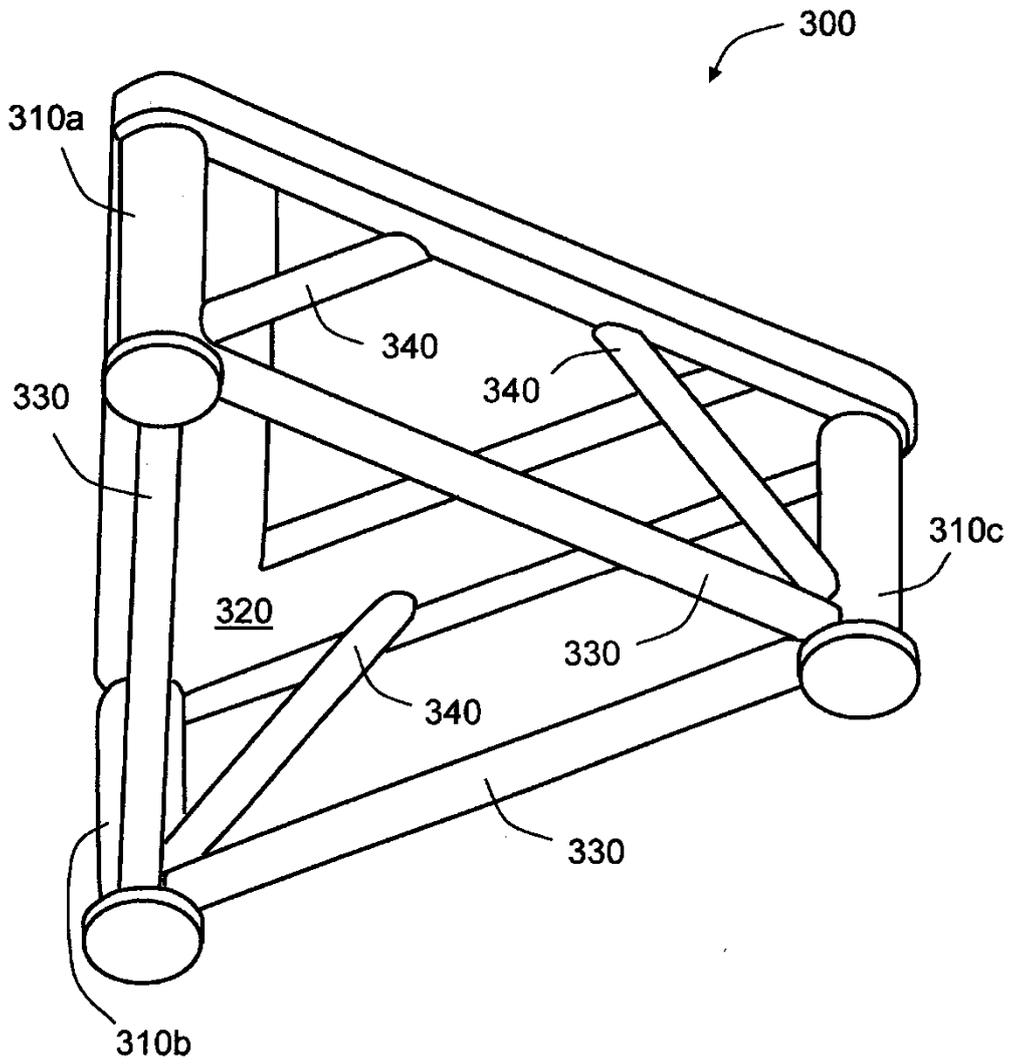


FIG. 7

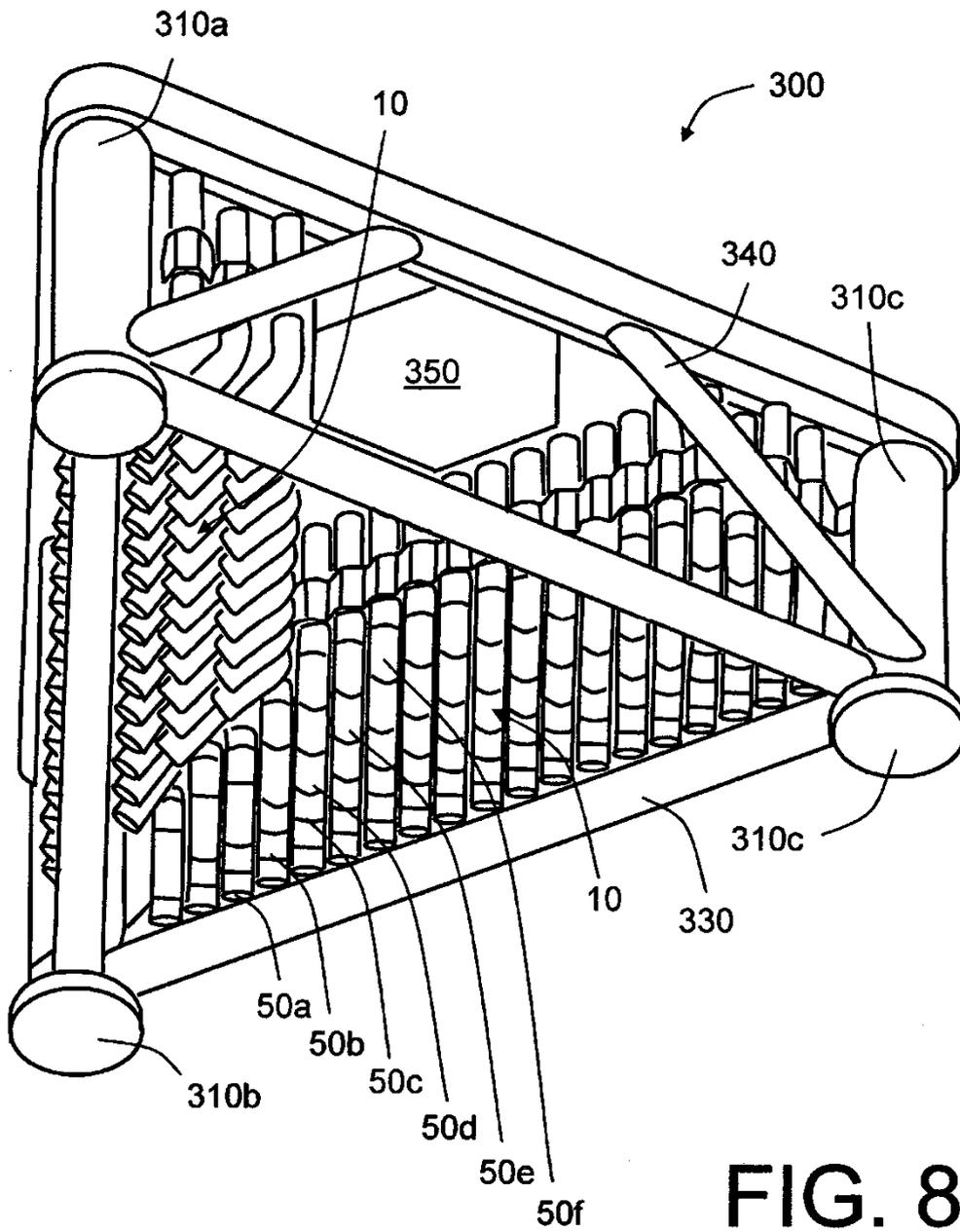


FIG. 8

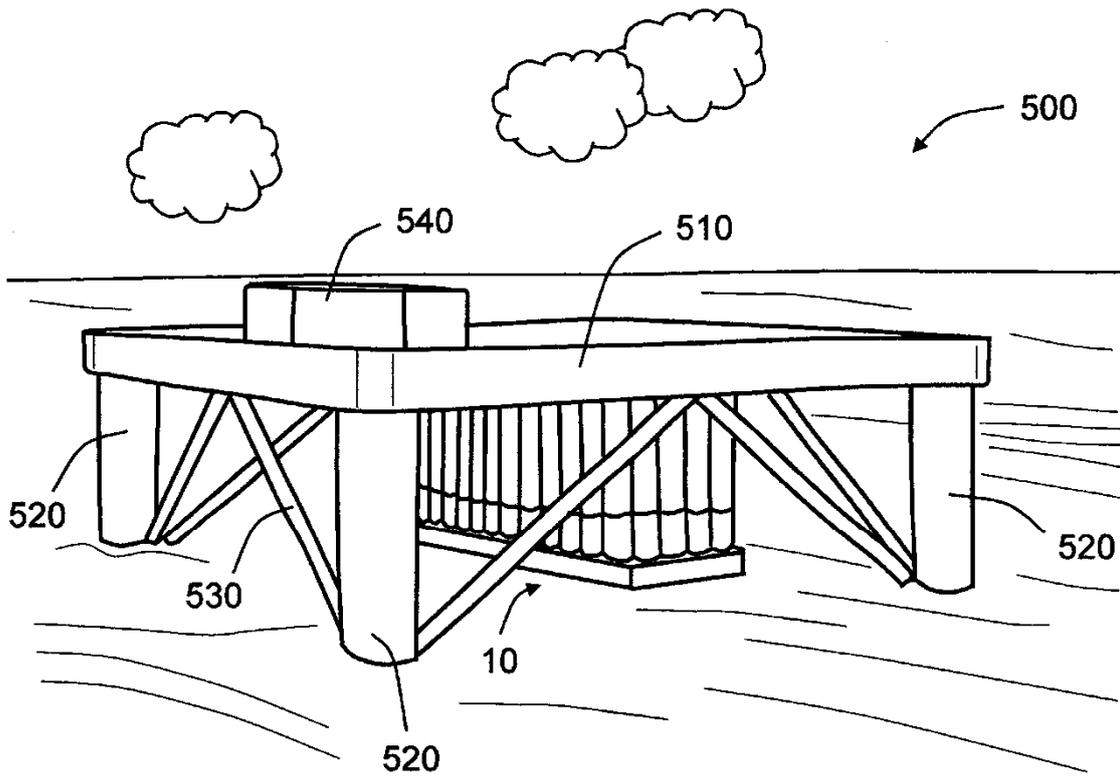


FIG. 10

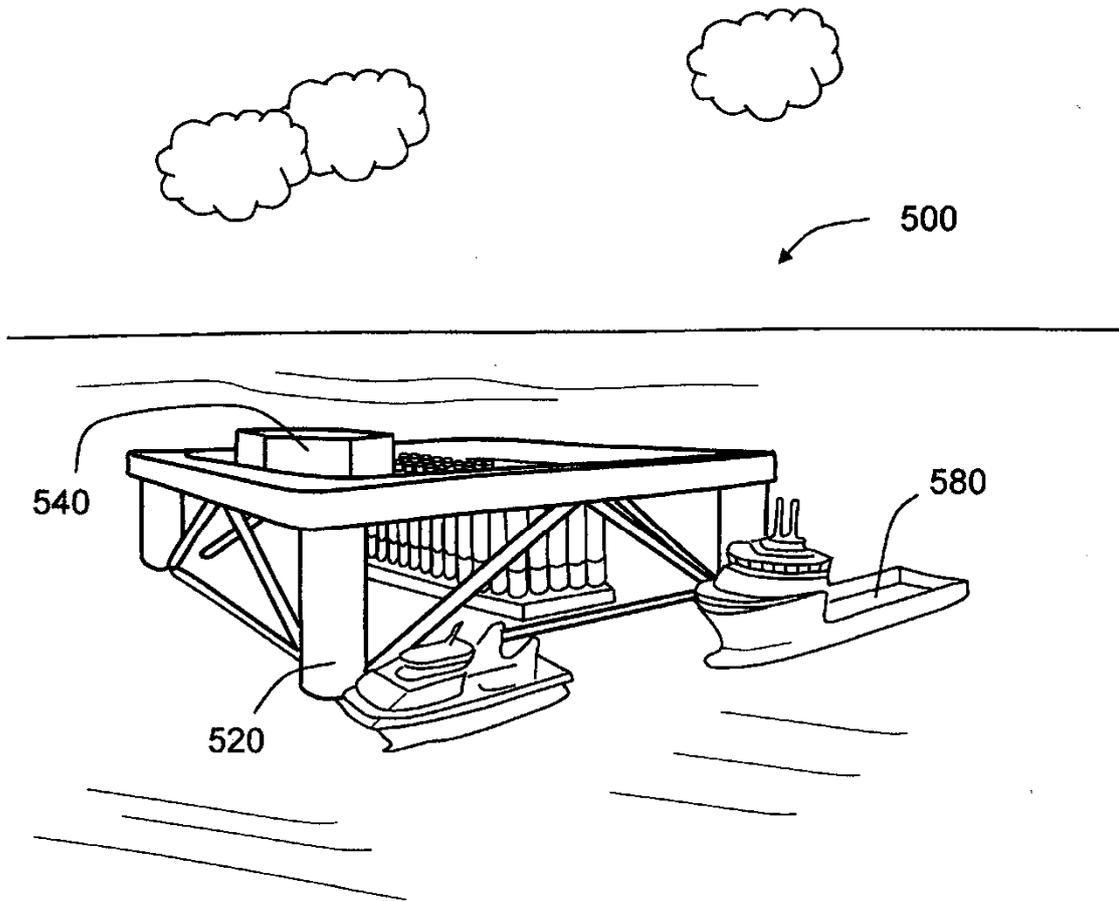


FIG. 11

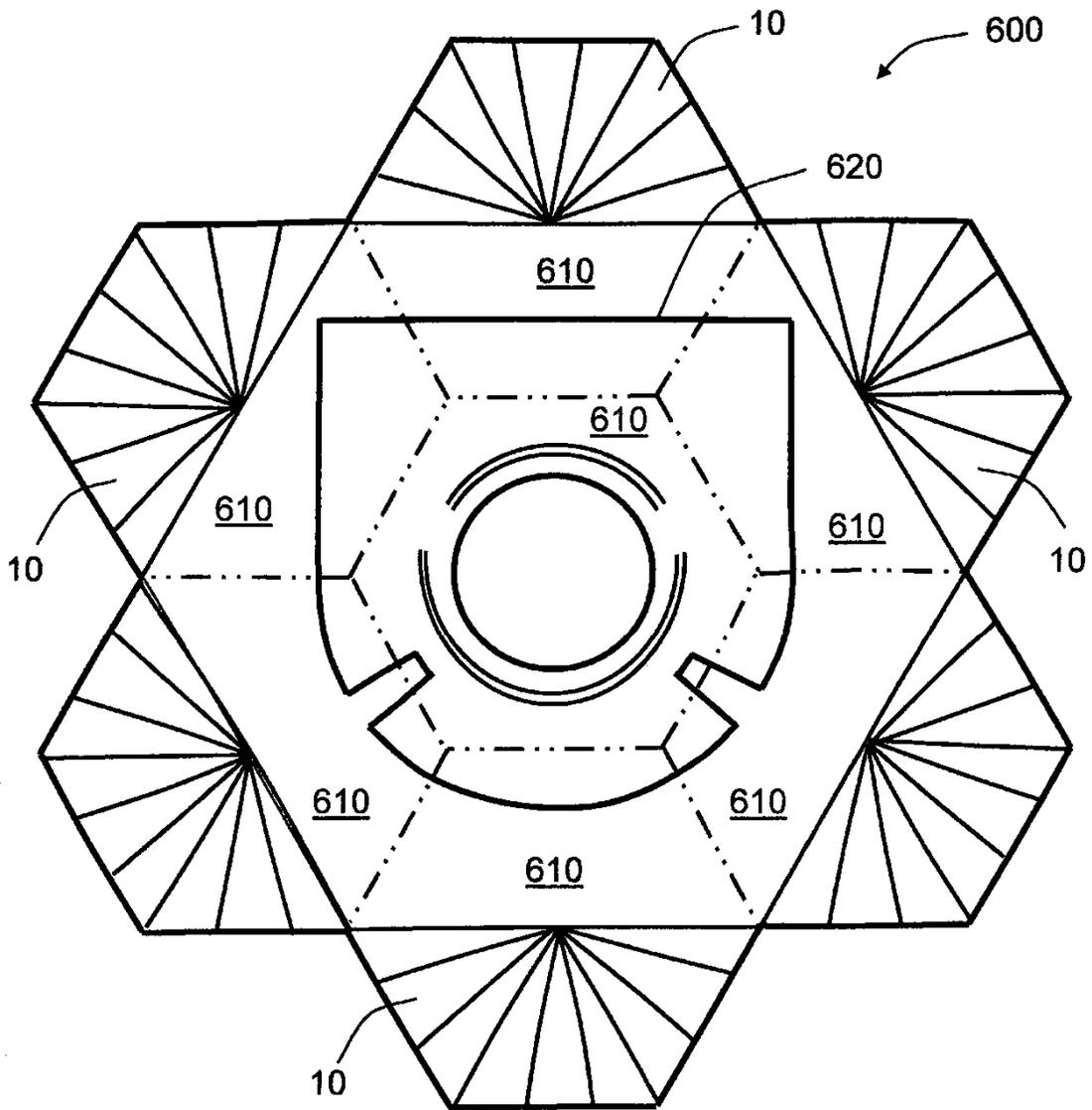


FIG. 12

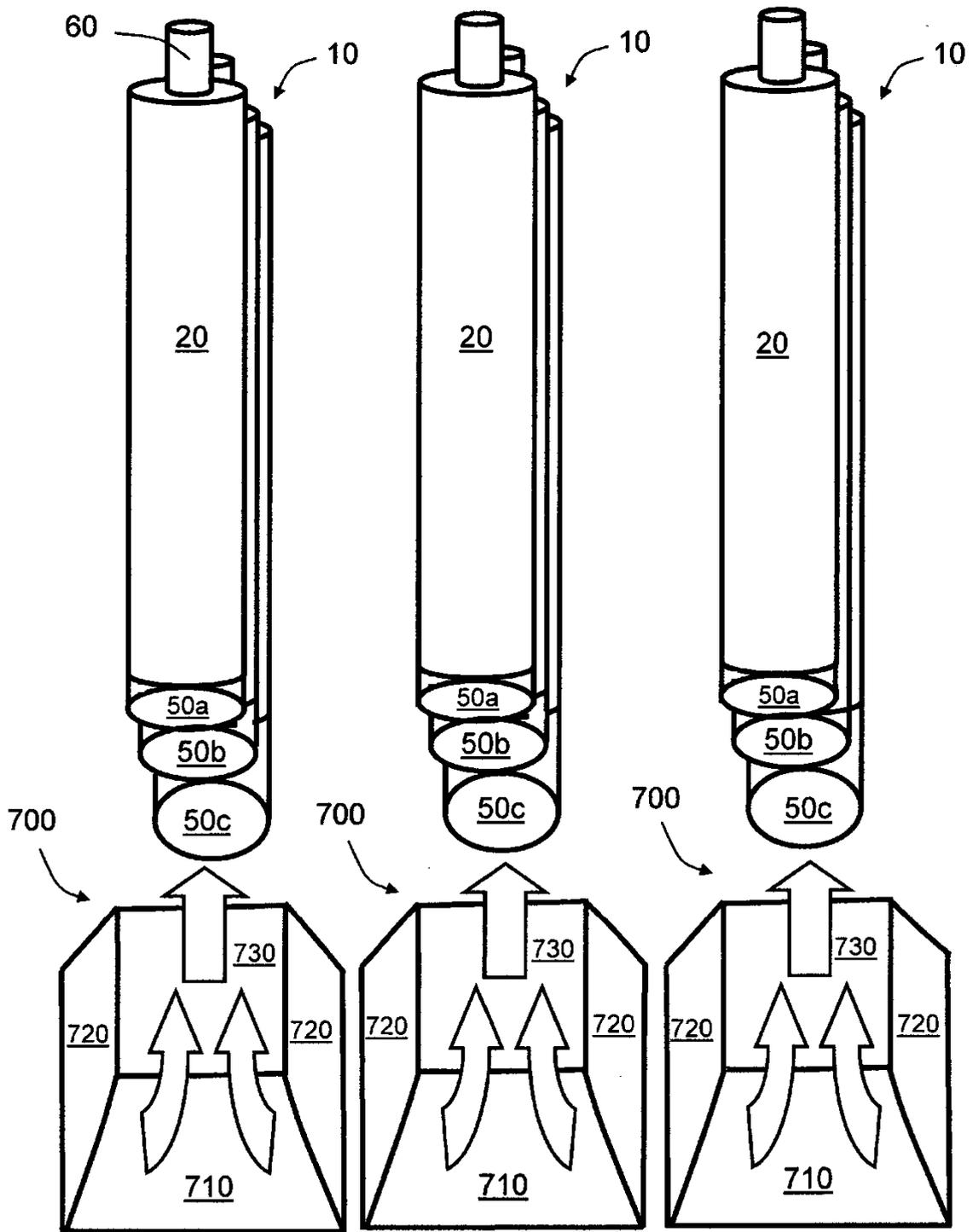


FIG. 13