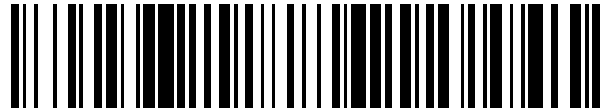


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 356**

51 Int. Cl.:

**F03B 17/06** (2006.01)

**F03B 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2010 E 10169624 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2320069**

54 Título: **Un sistema de aprovechamiento hidroeléctrico**

30 Prioridad:

**09.11.2009 US 259359 P**  
**09.02.2010 US 702546**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.05.2013**

73 Titular/es:

**ANADARKO PETROLEUM CORPORATION**  
**(100.0%)**  
**1201 Lake Robbins Drive**  
**The Woodlands, TX 77380, US**

72 Inventor/es:

**BOLIN, WILLIAM D.**

74 Agente/Representante:

**FÀBREGA SABATÉ, Xavier**

**ES 2 404 356 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Un sistema de aprovechamiento hidroeléctrico

### Campo de la invención

5

La presente invención se refiere en general a sistemas de generación de energía de energía renovable, y en una forma de realización particular pero no limitante a un sistema sumergido o marítima para la generación de energía derivada de corrientes de agua de movimiento rápido utilizando un sistema generador de inducción de tipo equipado con una o más hélices de anillos y aletas.

### Antecedentes de la invención

10

Con el creciente costo de los combustibles fósiles y de la demanda energética en las economías del mundo y de las industrias, métodos diferentes y más eficientes de desarrollo de fuentes de energía se buscan constantemente. De particular interés son las fuentes renovables de energía alternativas, como los dispositivos de energía solar con baterías, granjas de molinos de viento y sistemas que derivan de la energía de hidrógeno recluso.

15

Sin embargo, tales fuentes de energía no son todavía capaces de suministrar energía continua a un área muy amplia a escala comercial. Además, algunas tecnologías propuestas, tales como los sistemas alimentados por hidrógeno que implican el refinamiento de agua de mar, en realidad consumen más energía en el proceso de conversión que se emite al final del sistema. Otros, como el hidrógeno derivado de metano, producen cantidades iguales o mayores de las emisiones de combustibles fósiles que las tecnologías convencionales a base de petróleo que vayan a sustituir, e incluso otros, como, los sistemas basados en baterías, energía solar y molino de viento, requieren la exposición de forma coherente a la luz del sol o los vientos significativo de manera que su eficacia comercial está inherentemente limitado.

20

25

Un sistema de energía alternativo propuesto consiste en el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica derivada de rápidas corrientes de agua en movimiento, por ejemplo, las corrientes que tienen velocidades de flujo máximo de 2 m/s ó más.

30

En la práctica, sin embargo, los actuales dispositivos submarinos generadores de energía han demostrado ser insuficientes, incluso si están instalados en los lugares donde las velocidades actuales son consistentemente muy rápido. Esto es debido, al menos en parte, tanto a una falta de medios eficaces para la generación de la energía y la compatibilidad para poder transferir la energía obtenida a partir de sistemas de generación de energía bajo el agua en una estación de relé de energía encargada marítima o en tierra.

35

El documento US 2007/0241566A divulga un sistema de aprovechamiento hidroeléctrico de acuerdo con la técnica anterior.

40

Los actuales diseños de hélice y los mecanismos de generación de energía marítimos han demostrado ser insuficientes, fallan de proporcionar o bien una generación de energía adecuada o bien estabilidad suficiente contra las corrientes de velocidad máxima.

45

Otro problema importante son los problemas ambientales asociados con la obtención de energía a partir de corrientes de agua sin dañar la vida acuática que rodea, como los arrecifes, vegetación marina, bancos de peces, etcétera

50

Existe, por tanto, una necesidad importante y no satisfecha todavía como para un sistema de hélice para un sistema de generación de energía de corriente de agua que supere los problemas actualmente existentes en la técnica, y que genera y transfiere a una estación relé una cantidad significativa de energía, de manera segura, fiable y respetuosa del medio ambiente.

### Resumen de la invención

Los problemas anteriores se resuelvan mediante un sistema de aprovechamiento hidroeléctrico de acuerdo con la reivindicación 1.

55

De acuerdo con la invención, dicho sistema incluye una pluralidad de tubos de flotación, una pluralidad de cámaras de lastre una pluralidad de hélices y una pluralidad de unidades de generación de energía de tipo inducción unidas por una estructura de cuerpo.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 Las formas de realización descritas en la presente memoria se entenderá mejor, y numerosos objetos, características y ventajas hechos evidentes para los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos adjuntos.
- La Figura 1 es una vista lateral de un sistema de generación de energía de energía de agua corriente de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención.
- 10 La Figura 2 es una vista frontal de un sistema de generación de energía de energía de agua corriente de acuerdo con una segunda realización de ejemplo de la invención.
- La Figura 3 es una vista en planta de un tubo de lastre que tiene una pluralidad de cámaras de aislamiento del tipo laberinto de acuerdo con una tercera realización de ejemplo de la invención.
- 15 La Figura 4A es una vista superior de un sistema de generación de energía de energía de agua corriente de acuerdo con una cuarta realización de ejemplo de la invención.
- La Figura 4B es una vista superior de la forma de realización de ejemplo representado en la figura 4A, que incluye además un sistema asociado de anclaje de atadura.
- 20 La Figura 5 es una vista frontal de una realización de ejemplo del sistema de hélice adecuado para su uso en conexión con un sistema de generación de energía sumergido o marítimo.
- La Figura 6 es una vista en perspectiva de la realización de ejemplo del sistema de hélice representada en la Figura 5, con una porción detallada del sistema aislado para una perspectiva adicional.
- 25 La figura 7 es una vista aislada de una parte de la realización de ejemplo del sistema de hélice representada en las figuras 5 y 6.
- 30 La Figura 8 es una vista lateral de un sistema de ejemplo de generación de energía de corriente de agua que comprende además una matriz de hélice montada en dirección de arrastre.
- La Figura 9 es una vista posterior del sistema de ejemplo de generación de energía de corriente de agua representado en la Figura 8, en el que un número par de hélices facilitan la compensación de fuerzas de rotación en una matriz montada en dirección de arrastre.
- 35

**Descripción detallada de varias realizaciones de ejemplo**

- 40 La descripción que sigue incluye una serie de diseños de sistemas a título de ejemplo y métodos de uso que incorporan ventajas de la materia inventiva actualmente. Sin embargo, se entenderá por los expertos ordinarios en la técnica que las realizaciones divulgadas admiten a la práctica sin algunos de los detalles específicos citados en esta memoria. En otros casos, equipos, protocolos, estructuras y técnicas de generación de energía submarina bien conocidos y, no se han descrito o mostrado en detalle con el fin de evitar la confusión de la invención.
- 45 La Figura 1 muestra una primera realización de ejemplo de un sistema de generación de energía de corriente de agua 101. En su forma más simple, el sistema comprende un tubo de flotación 102, un tubo de lastre 103, y una unidad de generación de energía de tipo inducción 104 equipada con una hélice 105.
- 50 Aunque la figura 1 parece representar sólo un único tubo de flotación 102, unidad de lastre 103 y componente generador 104, es de hecho una vista lateral de un sistema mayor, y realizaciones comerciales que comprenden tubos y componentes generadores múltiples se contemplan actualmente y se describen a continuación. No obstante, los expertos en el ramo pertinente apreciarán fácilmente que la descripción de un sistema limitado con elementos singulares es ilustrativa, y no limita el alcance de la materia divulgada en este documento.
- 55 La novedad del sistema está en la unidad de generación de energía de tipo inducción 104 que presta simplicidad y fiabilidad en las operaciones, y produce una energía de salida que puede ser con o sin transformación como una corriente alterna (AC) a una estación de relé asociada (no mostrado). El sistema es por lo tanto capaz de producir energía de CA a escala comercialmente viable que pueda ser fácilmente vendida y utilizada por una red eléctrica vecina.
- 60 En general, los generadores de inducción son mecánica y eléctricamente más sencillos que otros tipos de generadores síncronos de energía eléctrica o generadores de corriente directa (DC). 5 Ellos también tienden a ser más resistente y duradero, y por lo general requieren ni cepillos ni conmutadores.

Por ejemplo, una máquina de inducción (por ejemplo, enrollado jaula) asíncrona trifásica eléctrica, cuando se hace funcionar más lenta que su velocidad síncrona, funcionará como un motor; el mismo dispositivo, sin embargo, cuando se hace funcionar más rápido que su velocidad síncrona, funcionará como un generador de inducción.

5

En resumen, los generadores de inducción se pueden utilizar para producir energía eléctrica alterna cuando un eje interior se gira más rápido que la frecuencia síncrona. En la presente invención, la rotación del eje se lleva a cabo por medio de una hélice asociada 105 dispuesta en una corriente de agua de movimiento relativamente rápido.

10

Energía derivada del sistema, en la mayoría de los casos, se destinará a complementar un sistema de red de energía vecino, y por lo tanto las frecuencias de funcionamiento de la red dictarán la frecuencia de operación para el sistema de generación de energía. Por ejemplo, muchos sistemas de grandes redes eléctricas actualmente emplean una frecuencia de funcionamiento nominal de entre 50 y 60 Hertz.

15

Los generadores de inducción no son auto-excitados, sin embargo, por lo que requieren o bien una fuente de alimentación externa (como podría ser fácilmente obtenida a partir de la red vecina utilizando un umbilical de ejecución ya sea a través del agua o por debajo de un lecho marino asociado) o bien un "arranque suave" por medio de un motor de arranque de voltaje reducido a fin de producir un flujo magnético de rotación inicial. Motores de arranque de voltaje reducido pueden prestar ventajas importantes para el sistema, tales como determinar rápidamente las frecuencias operacionales adecuadas, y permitir un reinicio sin alimentación en el caso de la red de alimentación operadora está desactivada por alguna razón, por ejemplo, como resultado de daños causados por un huracán.

20

25

Otra consideración importante para los grandes sistemas generadores de energía marítima es el establecimiento de un equilibrio de flotación bien equilibrada que permite una posición dinámica continua, independientemente de la velocidad de la corriente circundante. Incluso suponiendo que velocidades de corriente circundantes permanecen dentro de un rango predeterminado de velocidades de operación aceptables, el equilibrio del sistema podría ponerse en peligro por un huracán especialmente potente o similares, pero la disposición del sistema bien bajo la línea de fuerza típico de onda, es decir, aproximadamente a 30,5 a 45,7 metros (100 a 150 pies) de profundidad o así, reducirá en gran medida dichas perturbaciones. Las diversas fuerzas de compensación de kips gravitacionales, kips de flotación, kips de arrastre y kips de sujeción también contribuirán a la estabilidad general de un sistema de generación de energía de corriente de agua en continuo.

30

35

El tubo de flotación 102 ilustrado en la Figura 1 comprende una porción de cuerpo cilíndrico dispuesta en comunicación mecánica con al menos una unidad de tapa de extremo 104 que aloja los generadores de inducción antes mencionados. Los generadores y las correspondientes carcasas de tapa de extremo contienen un eje de accionamiento y, en algunas realizaciones, engranaje planetario relacionado para la hélice 105.

40

En algunas formas de realización, el tubo de flotación 102 comprende una forma cúbica o hexagonal, aunque la práctica efectiva de la invención admitirá otras geometrías también. En una realización actualmente preferida, el tubo de flotación 102 es aproximadamente cilíndrico, y se presuriza con gas (por ejemplo, aire u otro gas seguro, boyante) de manera que, cuando el sistema está sujetado por atadura anclada 106, las fuerzas combinadas constituirán la fuerza principal de elevación para el sistema de generación de energía de corriente oceánica.

45

En consecuencia, el sistema puede ser subido a la superficie para el mantenimiento o la inspección apagando los generadores, de tal modo reduciendo el arrastre en el sistema, lo que permite que el sistema suba algo hacia la superficie. Al abrir el(los) tubo(s) de flotación y/o evacuar fluido del (de los) tubo(s) de lastre, la unidad puede ser flotada de manera segura y fiable a la superficie para que el mantenimiento o inspección se pueda llevar a cabo.

50

De acuerdo con un método de mover el sistema, la atadura 106 también puede ser liberado, de modo que la estructura flotante puede ser remolcada o de otro modo accionado hacia tierra o en otro lugar de la operación.

55

La realización de ejemplo representada en la Figura 2 es una vista frontal del sistema de generación de energía 201, equipado con una pluralidad de hélices 206 relativamente grandes que se mueven lentamente dispuestas en comunicación mecánica con los miembros de eje de las unidades de generador de inducción 204 y 205. Como se ve en mayor detalle en la Figura 4A, las unidades generadoras están dispuestas dentro de las unidades de tapa de extremo alojadas dentro de tubos de flotación 402, 403, así como a través de la extensión de una porción de cuerpo del tipo celosía del sistema dispuesto entre los tubos de flotación.

60

Volviendo ahora a la figura 3, se proporciona una vista detallada del interior de los tubos de lastre previamente descritos como elemento 103 en la Figura 1, en el que una pluralidad de cámaras de aislamiento del tipo laberinto se unen de tal manera que la separación y mezcla de varios gases y líquidos se puede utilizar para permitir un control mucho más fino de la balanza y fuerzas de flotación presentes en el sistema que se puede obtener por medio de tubos de flotación 102.

65

Como se ve en la realización ilustrada, un sistema de lastre interior 301 formada dentro de un tubo de lastre

5 comprende una fuente 302 de control de aire dispuesto en comunicación de fluido con una válvula de control de sobrepresión y una primera cámara de aislamiento 303. La primera cámara de aislamiento 303 contiene tanto un gas seco (por ejemplo, aire que tiene una presión igual a la presión del agua circundante exterior) presente en una porción superior de la cámara, y un fluido (por ejemplo, agua de mar aspirado desde fuera de la cámara de aislamiento) presente en una porción inferior de la cámara.

10 La primera cámara de aislamiento 303 también comprende una línea de alimentación de aire secundario 305 para distribuir el aire a otros compartimentos llenos de gas de la estructura, así como líneas para mezclas de gas y fluido de la cámara de aislamiento 303 primera a una segunda cámara de aislamiento 304. La segunda cámara de aislamiento 304, a su vez comprende una porción superior que contiene aire y una parte inferior que contiene agua o similar, que están separadas por un cilindro de aislamiento. En otras formas de realización, el cilindro de aislamiento contiene agua de mar sobre la cual flota un fluido de barrera con el fin de garantizar un mejor aislamiento entre el aire y el agua de mar.

15 En realizaciones adicionales, cualquiera de las cámaras primera o segunda de aislamiento 303, 304 está equipada con instrumentación (por ejemplo, sensores de presión o sensores de presión diferencial) para determinar si el líquido o el aire está presente en una cavidad particular del sistema. En otras realizaciones adicionales, tales sensores se introducen en un sistema de control lógico (no mostrado) usado para ayudar en la detección y el control de mediciones de equilibrio y propulsión relacionadas.

20 El proceso de avance del aire a través del sistema en porciones superiores de los tanques asegurando al mismo tiempo que agua u otros líquidos permanecen en las partes inferiores se continúa hasta que las características deseadas de equilibrio y el control se obtienen. Finalmente, una última cámara de aislamiento 306 se proporciona, la cual, en la realización representada, comprende una válvula 309 de salida de aire que se utiliza para dejar salir el aire del sistema y, en algunas circunstancias, deja entrar el agua en el sistema.

25 Una válvula de seguridad de presión 307 se proporciona en el caso de que presiones internas se vuelvan tan grandes que la ventilación de presión se requiere con el fin de mantener la integridad del sistema de control, y una válvula de flujo de agua abierta 308 equipada con un tamiz para prevenir la entrada accidental de animales marinos se dispone en una parte inferior del tanque de aislamiento 306.

30 Una vez más, fluidos de barrera y similares se pueden utilizar para reducir la interacción entre el aire y el agua, y si el sistema está equipado con un control de flotador que flota en la parte superior de la agua de mar, la barrera de fluido puede mantenerse después de todo el agua de mar es expulsado.

35 La Figura 4A presenta una vista superior de una realización del sistema 401, que en este caso comprende un tubo de flotación primero 402 y un tubo de flotación segundo 403; una porción de cuerpo 404 del tipo celosía entre ellos conecta una pluralidad de generadores de inducción 405, 406 posicionados estratégicamente alrededor de los tubos de flotación y las partes de cuerpo; una pluralidad de hélices 407 dispuesta en comunicación mecánica con los generadores, y una pluralidad de miembros de atadura 408, 409 dispuestas en comunicación mecánica con de los tubos de flotación 402, 403.

40 En el ejemplo de realización representado en la figura 4B, los miembros de atadura 408 y 409 se unen para formar una sola atadura de anclaje 410 que está fijado de una manera conocida al miembro de anclaje 411.

45 En diversas formas de realización, la atadura de anclaje 410 comprende además medios para restringir y soltar variablemente el sistema. En diversas otras realizaciones, la atadura de anclaje 410 termina en un elemento de anclaje 411 equipado con un dispositivo de terminación de anclaje (no mostrado). El miembro de anclaje 411 comprende cualquier tipo de anclaje conocido (por ejemplo, un ancla de peso muerto o similares) adecuado para mantener una posición fija en corrientes que se mueven rápidamente, que se encuentran generalmente en lugares con fondos marinos rocosos, debido a la erosión del suelo causada por las corrientes que se mueven rápidamente.

50 En aún otras realizaciones, esta porción de la estación puede ser asegurada acoplando la atadura de anclaje 410 o bien a un buque de superficie o bien a otro dispositivo generador de energía de corriente oceánica, o a otra ubicación de amarre central, tales como una boya de posicionamiento dinámico flotante.

55 Volviendo ahora a realizaciones de sistemas de hélice de ejemplo, analizadas anteriormente sólo de manera muy general, las Figuras 5 a 7 ilustran varias (aunque no limitantes) realizaciones específicas de ejemplo de un sistema de hélice adecuado para el uso con el sistema de generación de energía de corriente de agua divulgado en la presente memoria. Aquellos de habilidad ordinaria en el ramo pertinente apreciarán también, sin embargo, que mientras que los sistemas de hélice de ejemplo divulgados en la presente memoria se describen con referencia a un sistema de generación de energía de corriente de agua del accionado por un generador de energía de tipo de inducción, los sistemas de hélice de ejemplo también se pueden utilizar en relación con otros tipos de sistemas de generación de energía sumergido o marítimos para lograr muchas de las mismas ventajas que se enseñan aquí.

La Figura 5, por ejemplo, es una vista frontal de una realización de sistema de hélice de ejemplo adecuada para el uso en conexión con un sistema de generación de energía sumergido o marítimo.

5 Como se ilustra, la hélice 501 comprende una pluralidad de conjuntos de aletas alternantes y anillos que encierran, a que en lo sucesivo se hará referencia como una de configuración de aletas y anillos. Tales hélices de aletas y anillos típicamente estarían diseñadas para la especificación para cada aplicación particular, y una eficiencia mejorada se realizará mediante la adaptación del diámetro, la circunferencia, la curvatura de la aleta y la excentricidad de disposición, selecciones de material, *etc.*, basado en las frecuencias de funcionamiento requeridas por los generadores de inducción, la velocidad de las corrientes de agua circundantes, las consideraciones ambientales (*por ejemplo*, si las hélices deben tener aberturas o huecos por donde los peces o la vida acuática puede pasar), y así sucesivamente. De manera similar, conjuntos de hélices vecinos se pueden girar en direcciones opuestas (*por ejemplo*, ya sea en sentido horario o antihorario, como se ilustra representativamente en la Figura 2) con el fin de promover la creación de remolinos o zonas muertas en frente de las hélices, que puede repeler o ayudar a proteger la vida marina, mejorar la eficiencia de la hélice de rotación, *etcétera*.

20 Cuando se utiliza en conexión con un sistema de generación de energía de corriente de agua accionado por un generador de energía de tipo de inducción, el único requisito operativo seguro para las hélices es que son capaces de girar ejes generadores asociados a las velocidades requeridas para obtener las frecuencias de funcionamiento del generador. Sin embargo, es altamente deseable que el sistema en su conjunto permanezca pasivo con respecto a la interacción con la vida marina local, y los resultados de rendimiento óptimo se consiguen cuando el sistema genera la salida de energía requerida mientras que todavía mantiene un entorno operativo independiente del medio ambiente.

25 Comenzando en el centro del dispositivo, se ve que la hélice 501 está dispuesto alrededor de una porción de buje o eje 502 que tanto agarra la hélice 501 de una manera segura y fiable (*por ejemplo*, por medio de fijación mecánica, tal como por medio de sujetadores encapsulados resistentes a la corrosión, soldando un cuerpo de hélice o múltiples piezas de un cuerpo de hélice a un eje en un conjunto unitario único, *etc.*) como imparte un par de rotación proporcional al momento angular de la hélice en rotación sobre el eje para su entrega al generador de energía. En algunas realizaciones, la porción de buje o eje 502 comprende además un medio de flotación utilizado para mejorar la conexión mecánica de la hélice de aletas y anillos al eje. Al igual que los medios de fijación, los ejes de accionamiento adecuados para esta tarea existen actualmente en la técnica, y pueden comprender, *por ejemplo*, una serie de engranajes y/o embragues, los sistemas de rotura, *etc.*, como sería necesario para comunicarse de manera efectiva el par de giro de la hélice al eje del generador.

35 En una realización específica, un sujetador de retención tales como un conjunto de perno y la arandela o similar, se retira del extremo de un eje de accionamiento, la estructura de hélice de aletas y anillos se desliza sobre el eje expuesto y, a continuación, el elemento de fijación se vuelve a poner, de esta manera fijando mecánicamente la estructura de aletas y anillos al eje. Óptimamente, el elemento de fijación luego se cubre con una cubierta estanca al agua o similares, como se ilustra de manera representativa en la figura 6, elemento 601.

40 Para otras formas de realización, un buje central comprende la comunicación mecánica de punto de conexión con un gran eje, que puede ser instalado o retirado y reemplazado como una única estructura de manera que la hélice puede ser fácilmente mantenida y reparada mientras que esté en el agua. En otras realizaciones, el buje comprende además un medio de flotación fijado a fin de resistir la carga saliente del eje y del conjunto de hélice. De manera similar, las hélices (especialmente las hélices delanteras en un sistema sumergido, que absorben la mayor parte de la fuerza de la corriente de agua) pueden ser montadas en dirección de arrastre para superar la resistencia atribuible a la presión del fluido acumulado en contra de la estructura de aletas y anillos.

45 Independientemente de cómo la forma de la hélice está fijada al eje y si está montado en dirección de arrastre y/o soportado por un miembro de flotación fijado, la forma de realización de ejemplo del diseño de aletas y anillos representado en la presente memoria es generalmente similar a través de una multitud de otras formas de realización relacionadas adecuadas para la práctica dentro del sistema. *Por ejemplo*, en la realización de ejemplo 501 ilustrada en la Figura 5, el conjunto de fijación de buje 502 está rodeado concéntricamente por un primer miembro de anillo 503, más allá del cual (es decir, más lejos del conjunto de buje) es un segundo miembro de anillo 506. Dispuesto entre el miembro de anillo primero 503 y el miembro de anillo segundo 506 es una pluralidad de miembros de aletas 504, cada uno de los cuales está separado por un hueco 505. El espacio hueco entre los miembros de aletas 504 variará según la aplicación, pero como una cuestión general los huecos entre las aletas aumentan de tamaño desde el anillo más interior (en el cual los huecos son típicamente los más pequeños) a los anillos más exteriores (donde el espacio hueco es el más grande). Otras configuraciones permiten huecos de tamaño similar o incluso huecos más grandes en anillos interiores que en anillo exteriores, pero una ventaja de una superficie de anillo interior principalmente sólida, en el que la mayor parte de la totalidad del área de superficie posible del anillo es utilizada por las aletas en lugar de huecos, es que la estructura tenderá a forzar la presión de fluido hacia fuera del centro de la estructura en dirección de los anillos más exteriores y más allá del perímetro del dispositivo completo.

Este método ayuda a la hélice girar más fácilmente, y mejora en gran medida la seguridad medioambiental del dispositivo al forzar a la vida marina pequeña y similares como la que podría llegar cerca de la estructura hacia el exterior del sistema, de modo que, o bien pueden evitar la estructura de hélice del todo, o si no pasan a través de uno de los huecos más grandes en los anillos exteriores. Dado que la resistencia en contra de la estructura se reduce y mayor par de giro se transmite a los ejes de accionamiento con menos fricción y pérdida, la hélice también se puede girar muy lentamente (por ejemplo, en una realización de ejemplo generando resultados satisfactorios de campo, la hélice gira a una velocidad de sólo 8 RPM)., asegurando aún más que la vida marina será capaz de evitar la estructura y mejorar la neutralidad de medio ambiente y la seguridad. Las velocidades de giro lentas también hacen que el sistema sea más robusto y duradero y menos propensos a sufrir daños en caso de contacto con residuos o con un objeto sumergido flotando cerca.

Los sucesivos anillos concéntricos de aletas 507 y huecos 508 dispuestos dentro de anillos adicionales aproximadamente circulares 509 son entonces añadidos a la estructura, creando así anillos adicionales concéntricos de aletas y huecos 510 a 512 hasta la circunferencia deseada se ha logrado. En una realización actualmente preferida, los espacios huecos 514 del anillo más exterior son los espacios huecos más grandes en el sistema, y separan las aletas 513 a la extensión más grande del sistema. Un miembro de anillo final 515 encierra la periferia exterior del sistema de hélice, de nuevo mejorando su respeto al medio ambiente, dado que los peces y otras especies marinas que inadvertidamente alcanzan el anillo exterior 515 se encontrarán con sólo un ligero golpe de paso contra una estructura lentamente en movimiento, lo que aumenta seguridad marina empujando agua y presiones de fluido fuera del dispositivo tanto como sea posible.

Como se observa en la región de caja 603 de la Figura 6 (que generalmente ilustra la realización de ejemplo de la figura 5, aunque con la porción de unión de buje cubierto con una tapa 601 resistente al agua o similar), el paso de las aletas 602 medido con respecto al plano del conjunto de aletas y anillos puede ser alterado (por ejemplo, los anillos pueden ser dispuestos con una mayor excentricidad) en medida que su posición dentro del conjunto avanza desde el primer anillo que rodea el buje central hacia los anillos más exteriores. Disponer las aletas 602 en un paso más plano dentro de los anillos interiores y más excéntrico (es decir, en un plano más perpendicular al plano de conjunto) en los anillos exteriores tenderá a aplanar y suavizar el flujo de agua alrededor de la hélice, con lo que se consiguen superiores características de flujo de fluidos (que minimiza la vibración del sistema), creando menos resistencia contra la estructura de la hélice, y proporcionando una mayor fuerza centrífuga de fluido circundante para asegurar que la vida marina evita el centro del sistema de hélice.

En la realización de ejemplo 701 ilustrada en la **Figura 7** (que es representativo de la región en caja 603 en la Figura 6), una serie de aletas curvadas 702, 704, 706, 708 están dispuestas entre los huecos 703, 705, 707, 709 de tamaño creciente (nota que el buje de fijación centro desde el que los más pequeños anillos concéntricos originan estaría situado más allá de la parte superior de la figura, por ejemplo, encima de la aleta 702 y el hueco 703). En la realización ilustrada, las aletas 702, 704, 706, 708 también están dispuestas con mayor excentricidad medida que se instalan más y más lejos desde el buje, de modo que el ángulo de disposición de la aleta 708 mide con relación al plano de conjunto sería mayor que el de las aletas 702, 704, 706 dispuestas próximas al buje de fijación central.

En la realización de ejemplo ilustrada en la Figura 8, un sistema de generación de energía de corriente de agua sumergida atada se proporciona en el que toda la matriz de hélice está montada en dirección de arrastre, de modo que la interferencia de energía de una matriz de montaje en dirección frontal se evita, y mayor estabilidad de sistema y eficiencia energética se logra. Como se ve, esta configuración particular admite a una o más hélices dispuestas tanto en una posición de montaje de volquete de arrastre como una posición de montaje de arrastre inferior, aunque la disposición de matrices de hélice múltiples en un número o bien mayor o bien menor de niveles es también posible.

En la Figura 9, que es esencialmente una vista posterior de la forma de realización alternativa ilustrada en la Figura 8, se ve que (aunque no limitante) una realización específica comprende una matriz de hélice que tiene diez hélices totales, con seis hélices que están dispuestos en una posición de montaje inferior en dirección de arrastre, y cuatro hélices están dispuestas en una posición de montaje superior en dirección de arrastre, con la matriz de posición superior estando además suministrada con dos hélices en cada lado del sistema de generación de energía. Esta forma de realización particular, se ha encontrado que admite unas características superiores de generación de energía, mientras que estabilice la estructura operadora de sistema reduciendo al mínimo la vibración, y permitiendo a pares coincidentes de hélices para funcionar en direcciones de rotación opuestas. Mientras tales configuraciones son óptimas para ciertas realizaciones del sistema de generación de energía, un número virtualmente ilimitado de otras matrices y configuraciones de disposición en cambio puede ser empleado cuando se considere eficaz en un entorno determinado de operaciones.

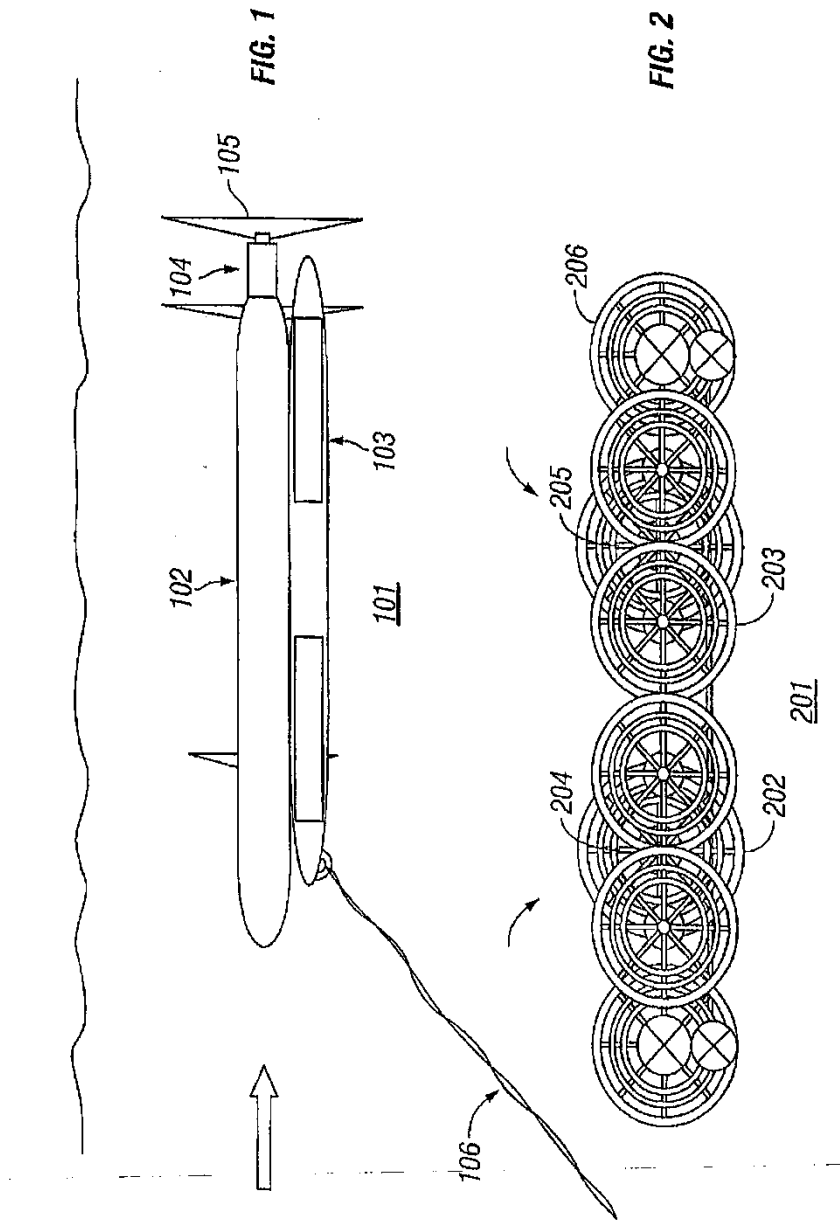
Como una cuestión práctica, la composición de toda la estructura de hélice de aletas y anillos probablemente sería común, por ejemplo, todos hechos de un metal durable, recubierto o resistente a la corrosión, y ligero. Sin embargo, las diferentes composiciones de materiales como entre las aletas y los anillos es también posible, y otros materiales tales como compuestos metálicos, compuestos duros de carbono, cerámicas, etc., ciertamente es posible, sin apartarse del alcance de la invención como se reivindica.

- 5 Mientras todavía otros aspectos de la invención, que en la práctica actual comprenden típicamente dispositivos asociados con la producción de energía bajo el agua en general (por ejemplo, fuentes auxiliares de suministro de energía , sistemas de comunicación de control de fibra óptica y, vehículos operados remotamente encargados utilizados para el servicio de la estación de energía , etc.),ciertamente están contemplados como periféricos para su uso en el despliegue, el posicionamiento, el control y el funcionamiento del sistema, no se considera necesario describir estos objetos en gran detalle dado que tales sistemas y subsistemas ya serías conocidos por los expertos normales en el ramo pertinente.
- 10 Aunque la presente invención se ha ilustrada y descrita en detalle anteriormente con respecto a varias realizaciones de ejemplo, los expertos normales en el ramo también apreciarán que modificaciones menores pueden estar dentro del alcance de la invención, que se define por las reivindicaciones adjuntas.



**REIVINDICACIONES**

- 5
1. Un sistema de generación de energía de corriente de agua (101, 201, 401), comprendiendo dicho sistema:
- a) una pluralidad de cámaras de flotación (102, 202, 402);
- b) una pluralidad de unidades de generación de energía de tipo inducción (104, 204, 205, 405, 406) dispuestas dentro de una carcasa asociada con cada de dichas cámaras de flotación;
- 10 c) una pluralidad de hélices (105, 206, 407, 501) dispuestas en comunicación mecánica con cada una de dichas unidades de generación de energía de tipo inducción, en el que cada hélice comprende además una pluralidad de anillos dispuestos concéntricamente (510 a 512), en que cada una de dichos anillos dispuestos concéntricamente tiene un miembro anular interior (503), un miembro de anillo exterior (506) y una pluralidad de miembros de aletas curvadas (504, 507; 602; 702, 709) separados por espacios huecos dispuestos entre dichos miembros de anillo interior y exterior (503, 506);
- 15 d) una pluralidad de cámaras de lastre (103); y
- e) una estructura de cuerpo (404) que une las pluralidades de cámaras de flotación (102, 402, 403), unidades de generación de energía de tipo inducción (104, 204, 205, 405, 406) y cámaras de lastre (103).
- 20
2. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 1, en el que cada cámara de lastre comprende además una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto (303, 304, 306).
3. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una porción superior que aloja un gas.
- 25
4. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una porción inferior que aloja un líquido.
- 30
5. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una porción superior y una porción inferior separadas por un cilindro intermedio dispuesto en comunicación fluida con un fluido de barrera.
- 35
6. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una válvula de control de fuente de gas.
- 40
7. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una válvula de salida de gas (309).
- 45
8. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una válvula de seguridad de presión (307).
- 50
9. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una válvula de entrada/salida de fluido (308) equipado con un tamiz para prevenir la entrada de vida marina en dicha cámara.
- 55
10. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 2, en el que al menos una de dichas una o más cámaras de aislamiento de tipo laberinto comprende además una válvula de control que, cuando está a sobre presión, inicia la evacuación de agua de dichas una o más cámaras de aislamiento.
- 60
11. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 1, que comprende además al menos un miembro de atadura (106; 408, 409, 410).
12. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 11, en el que dicho al menos un miembro de atadura está dispuesto en comunicación con un miembro que termina la atadura.
- 65
13. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 12, en el que dicho miembro que termina la atadura está dispuesto en comunicación con un miembro de anclaje (411).
14. El sistema de generación de energía de corriente de agua de la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de cámaras de flotación está formada por una pluralidad de tubos de flotación (102, 402, 403) unidos por dicha estructura de cuerpo (404).



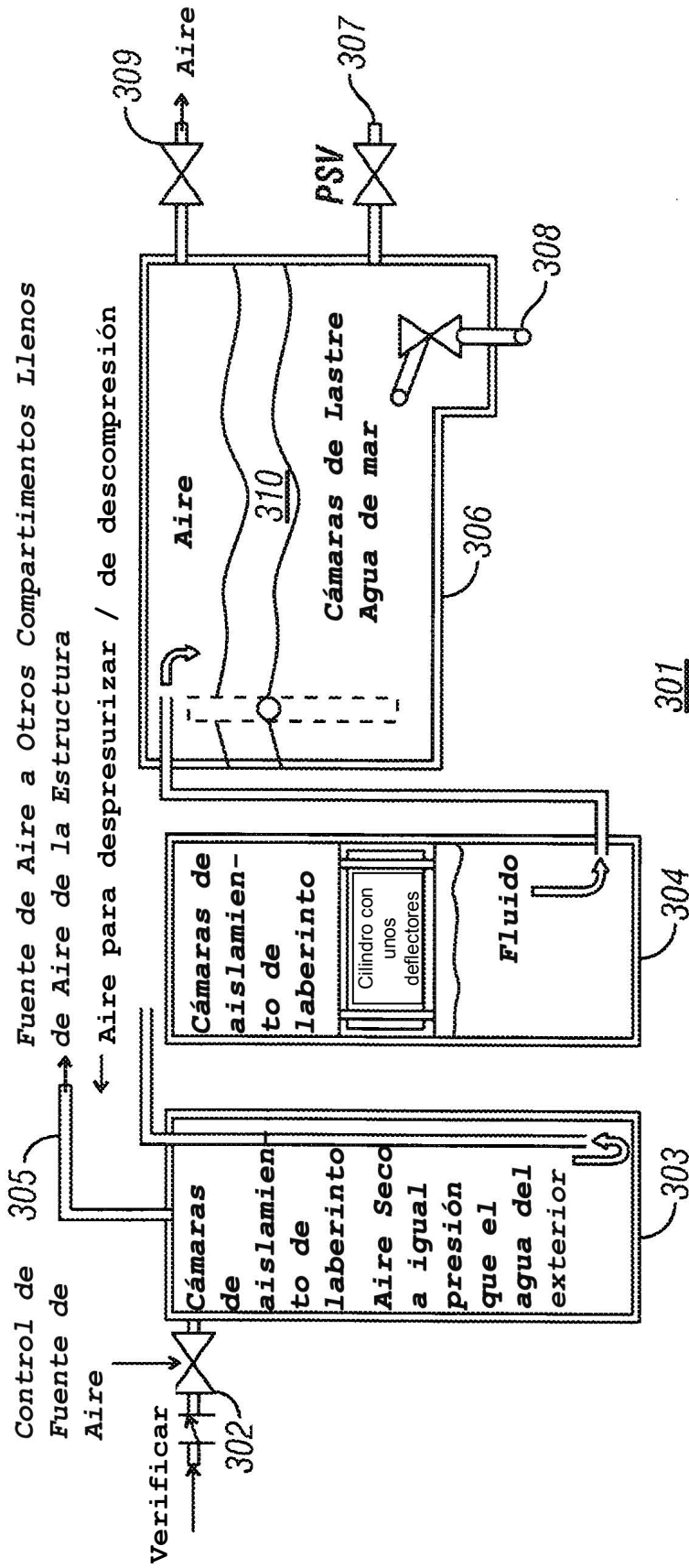


FIG. 3

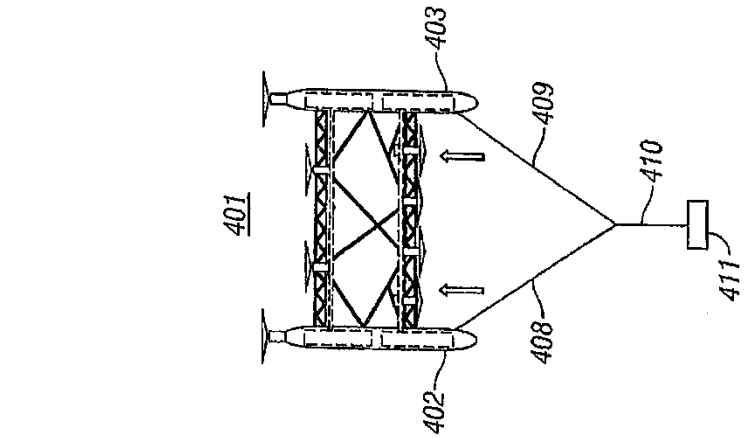


FIG. 4A

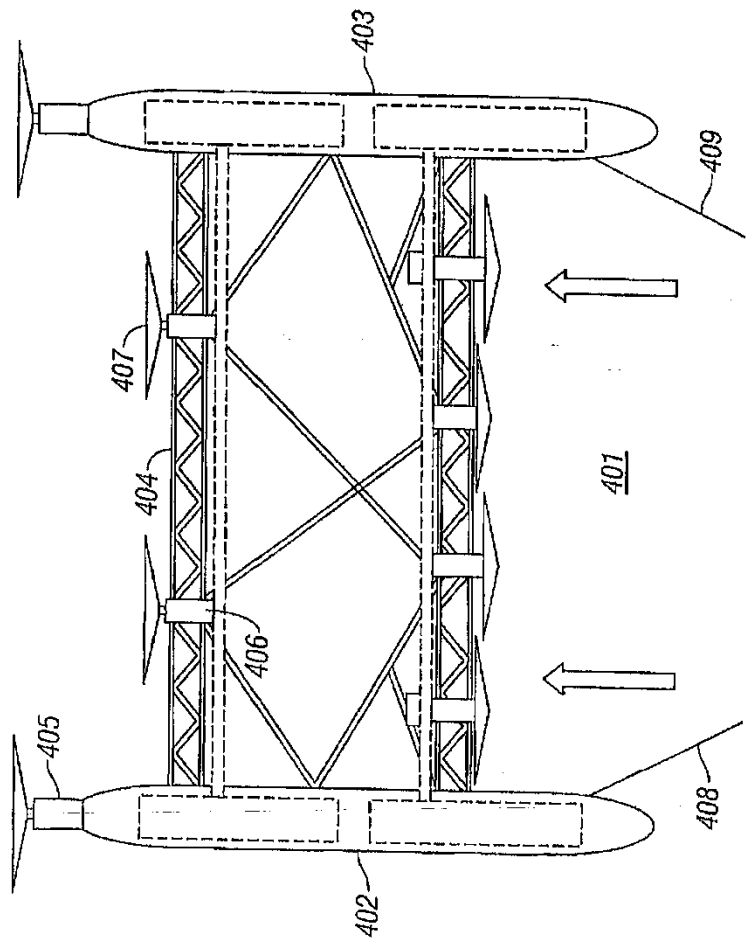
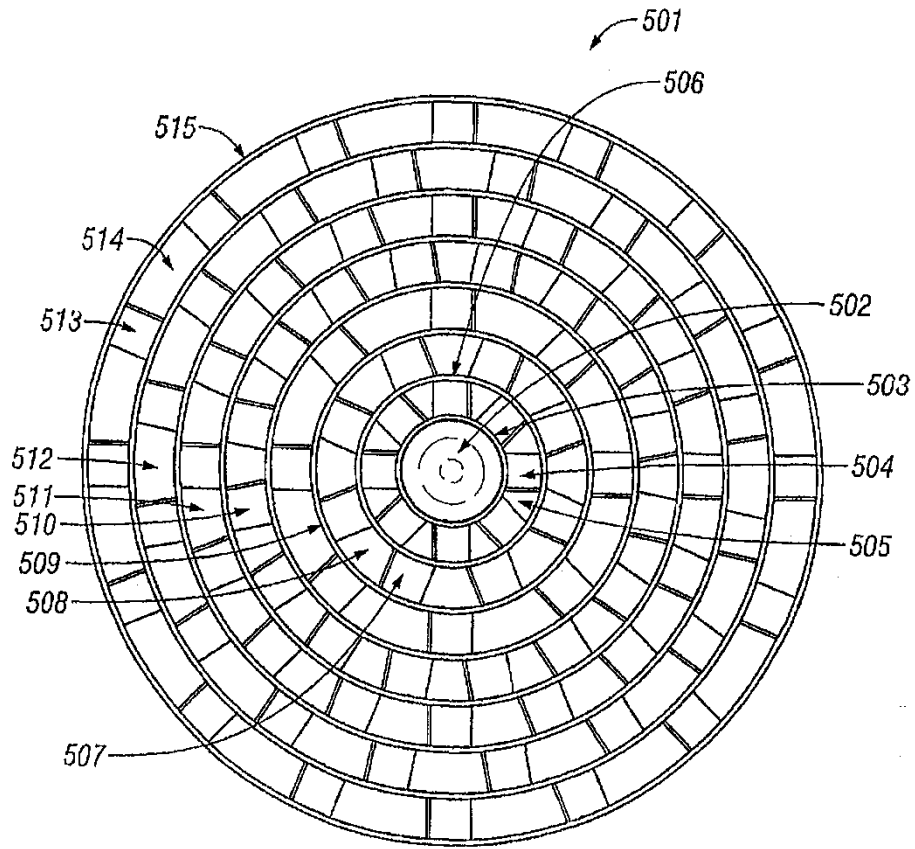
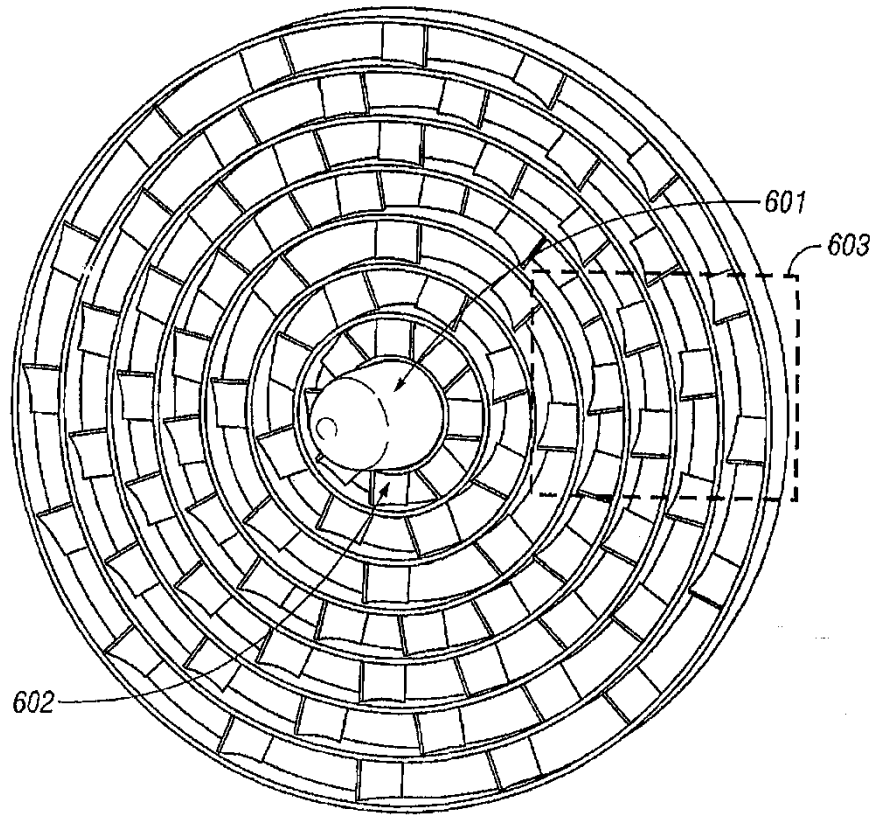


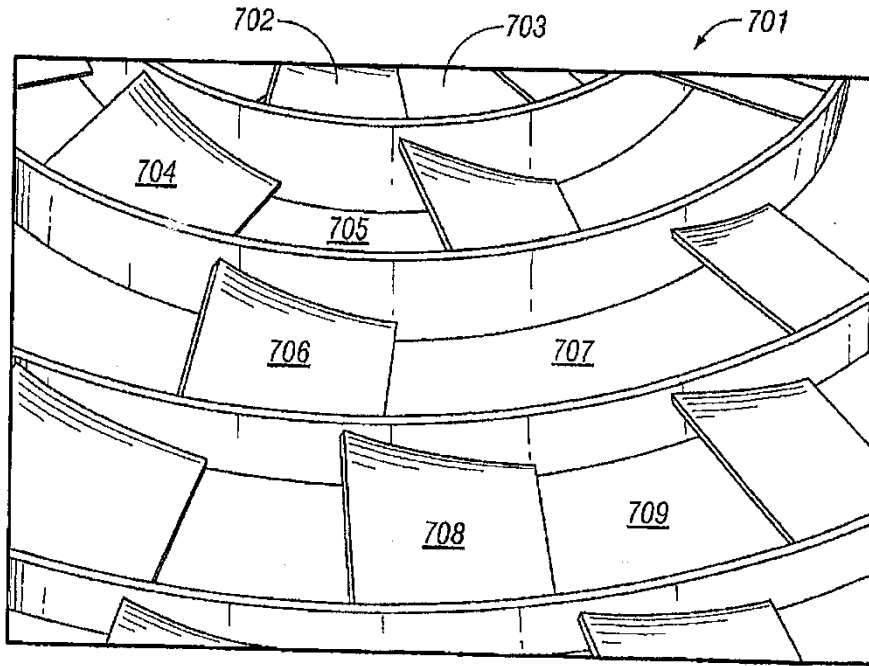
FIG. 4B



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**

