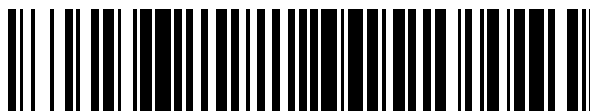


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 890**

51 Int. Cl.:

E04B 1/84 (2006.01)

G10K 11/16 (2006.01)

G10K 11/172 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2014 PCT/US2014/070602**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15095192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2014 E 14872091 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 3084093**

54 Título: **Sistema de reducción de ruido subacuático que usa un conjunto de resonador de extremo abierto y un aparato de despliegue**

30 Prioridad:

17.12.2013 US 201361917343 P

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

06.03.2019

73 Titular/es:

**ADB M CORP. (100.0%)
3925 W. Braker Lane
Austin, TX 78759, US**

72 Inventor/es:

**WOCHNER, MARK, S.;
GRAVELL, LAWRENCE, R.;
DE LEON, STEVEN y
PATTERSON, RICHARD, A.**

74 Agente/Representante:

VÁZQUEZ FERNÁNDEZ-VILLA, Concepción

ES 2 702 890 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de reducción de ruido subacuático que usa un conjunto de resonador de extremo abierto y un aparato de despliegue

Campo técnico

La presente divulgación se refiere a una reducción de ruido en entornos subacuáticos ruidosos que incluye embarcaciones marítimas, plataformas petrolíferas y otras aplicaciones industriales y militares.

Aplicaciones relacionadas

La presente solicitud se deriva de y reivindica prioridad sobre la solicitud provisional estadounidense n.º 61/917.343, presentada el 17 de diciembre de 2013, que tiene el presente título.

Antecedentes

El documento US 2011/0031062 A1 da a conocer un dispositivo para amortiguar y dispersar hidrosónicos y movimientos de olas en agua que comprende un conjunto de resonador que contiene un cuerpo hueco que puede retener un gas cuando se hace funcionar dicho conjunto de resonador.

Algunas actividades realizadas por el ser humano provocan ruido subacuático que se transmite desde la fuente del ruido subacuático hacia el entorno circundante, en ocasiones hasta muchos kilómetros. El ruido subacuático generado por plataformas de perforación de gas y petróleo, barcos y otras actividades y maquinaria realizadas por el ser humano se considera, en general, no deseable. Algunos estudios han llegado a la conclusión de que la contaminación acústica subacuática puede afectar de manera adversa a la vida marina, y puede perturbar otras actividades realizadas por el ser humano tales como actividades científicas, meteorológicas y militares. Esto es especialmente cierto para actividades que generan ruido que dan como resultado emisiones acústicas de gran amplitud (sonidos altos) y transmisiones a frecuencias a las que es sensible la vida humana y oceánica.

Los barcos que funcionan en regiones altamente reguladas o sensibles medioambientalmente pueden estar limitados en cuanto a la manera o el tiempo en que pueden funcionar debido al ruido generado por el barco. Esto se produce en el campo petrolero y de gas, en los que el ruido procedente de barcos de perforación móviles limita el tiempo de perforación debido al efecto que puede tener el ruido sobre ballenas boreales migratorias en regiones árticas. Cuando se avistan ballenas boreales, las operaciones pueden detenerse hasta que hayan pasado de manera segura, y esto proceso puede durar muchas horas.

Tal como se mencionó anteriormente, existe cierta preocupación sobre el efecto que tiene el ruido procedente de barcos y otros ruidos artificiales sobre mamíferos marinos. Algunos estudios sugieren que el ruido artificial puede tener un impacto significativo sobre los niveles de hormonas de estrés en las ballenas, lo que puede afectar a sus tasas de reproducción, etc.

Intentos conocidos para reducir las emisiones de ruido procedentes de barcos de superficie incluyen el uso del denominado *Prairie Masker*, que usa bandas de tubos flexibles que producen pequeñas burbujas que ascienden libremente para mitigar el ruido del barco. Sin embargo, las pequeñas burbujas que ascienden libremente, son habitualmente demasiado pequeñas para atenuar de manera eficaz el ruido a baja frecuencia. Además, los sistemas *Prairie Masker* requieren un bombeo de aire continuo a través del sistema, un procedimiento que produce, en sí mismo, ruido no deseado, y que también consume energía y que requiere un sistema de circulación de gas complejo que es costoso e incómodo para las otras operaciones del barco. Finalmente, tales sistemas no pueden funcionar por debajo de una profundidad dada debido a las fuerzas hidráulicas y contrapresiones.

Un principio que es útil en la aproximación o comprensión de los efectos acústicos de bolsas de gas en líquido (por ejemplo, bolsas de aire o burbujas o recintos en agua) es el comportamiento de burbujas de gas esféricas en líquido. La física de las burbujas de gas se conoce relativamente bien y se ha estudiado teórica, experimental y numéricamente.

La figura 1 ilustra un modelo de una burbuja 10 de gas (por ejemplo, aire) en un líquido 15 (por ejemplo, agua). Un modelo para estudiar la respuesta de burbujas de gas es modelar la burbuja de radio "a" como una masa en un sistema de resorte. La masa es "m" y el resorte se modela teniendo una constante de resorte "k". El radio de la burbuja 10 variará con presiones experimentadas en sus paredes, provocando que la burbuja 10 cambie el tamaño a medida que el gas en la misma se comprime y expande. En algunos casos, la burbuja 10 puede oscilar o resonar a cierta frecuencia de resonancia, de manera análoga a cómo la masa en el sistema de resorte puede resonar a una frecuencia natural determinada por dicha masa, la constante de resorte y el tamaño de burbuja.

Los esfuerzos continuos para mitigar los efectos de ruido subacuático continúan. Aunque algunas soluciones pueden reducir de manera real la cantidad de ruido generado por una fuente, otras soluciones buscan reducir el efecto del

ruido rodeando o rodeando parcialmente la fuente que realiza el ruido con algo que absorba o atenúe de otro modo el ruido propagado.

Sumario

5 La presente divulgación se refiere a la reducción de la intensidad de emisiones de ruido desde las proximidades de un objeto o actividad que genera ruido. Los presentes conceptos pueden aplicarse a ruido artificial, pero también, de manera más general, a cualquier ruido generado desde una fuente sumergida (por ejemplo, en el mar, zonas costeras, campos de perforación, lechos de lagos, etc.).

10 El gas atrapado en las bolsas debajo de o alrededor de un objeto en el agua puede actuar como burbujas libres y/o resonadores de tipo Helmholtz y, por tanto, puede funcionar para reducir el ruido casi de la misma manera que una burbuja resonante. Para facilitar un ejemplo de cómo funcionaría esto en un barco, puede unirse un panel con cavidades hemisféricas, cilíndricas, cónicas (o de forma similar) a su casco, y mientras está sumergido, las bolsas
15 pueden llenarse con gas mediante un mecanismo externo o un sistema de colector interno. Las propiedades de estas bolsas se elegirían de manera que el gas atrapado dentro de cada bolsa resuena en o próximo a las frecuencias que se desea atenuar (por ejemplo, entre aproximadamente 30 Hz y aproximadamente 200 Hz incluyendo aproximadamente 110 Hz), maximizando así su eficacia. Para el ejemplo de hinca de pilotes, pueden desplegarse láminas o paneles que contienen una pluralidad de estos resonadores para rodear por completo la parte
20 afilada de la pila. Como en el ejemplo anterior, las propiedades de las bolsas se elegirían para maximizar la eficacia del sistema.

25 El sistema puede personalizarse y puede atenuar el ruido a la cantidad deseada (por ejemplo, 10 dB o más). El sistema también puede producirse para dirigirse específicamente a frecuencias que son particularmente altas. En otros aspectos, la presente invención proporciona absorción termoacústica añadida de sonido mediante la aplicación selectiva de una malla permeable sobre un extremo abierto del resonador.

30 En un aspecto, el sistema incluye un resonador con paredes laterales articuladas que reducen una longitud del resonador en una configuración de almacenamiento. En otro aspecto, el sistema incluye resonadores que pueden apilarse dando una configuración de almacenamiento para reducir el espacio durante el transporte, el almacenamiento y la estiba a bordo de una embarcación de hinca de pilotes, por ejemplo. Aún en otro aspecto, el sistema incluye un primer resonador en comunicación de fluido con un segundo resonador a través de un conducto. El primer resonador puede recibir un gas a través de una entrada en la que el gas puede llenar el volumen interior
35 del primer resonador y el segundo resonador a través del conducto.

40 Este sistema puede permitir que el operario trabaje durante periodos de tiempo más prolongados y en zonas no disponibles previamente debido a las regulaciones de ruido. Este sistema también es mucho más eficaz en la reducción de ruido que la tecnología actual porque cada cavidad de gas se construye de manera que el gas atrapado en el interior reducirá de manera máxima el ruido subacuático objetivo. Además, no requiere potencia o equipos de soporte costosos.

Breve descripción de los dibujos

45 Para una comprensión completa de la naturaleza y las ventajas de los presentes conceptos, se hace referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas y en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra un modelo de una burbuja de gas en un líquido según la técnica anterior;
- 50 las figuras 2A y 2B ilustran secciones transversales de un resonador abatible según una realización;
- las figuras 3A y 3B ilustran secciones transversales de un resonador abatible según una realización;
- las figuras 4A y B ilustran un sistema de reducción de ruido;
- 55 la figura 5A ilustra un sistema de resonador a modo de ejemplo en una configuración desplegada;
- la figura 5B ilustra un sistema de resonador a modo de ejemplo en una configuración apilada;
- 60 la figura 6 ilustra un panel de resonadores según una realización;
- las figuras 7A-7C ilustran detalles mecánicos de un resonador lleno de gas según una realización,
- las figuras 8A y 8B ilustran un aparato de reducción de ruido dispuesto en bandas apilables según una realización; y
- 65 la figura 9 ilustra un sistema de despliegue a modo de ejemplo para un sistema de reducción de ruido en el agua.

Descripción detallada

5 El gas atrapado en las bolsas debajo de o alrededor de un objeto en el agua puede actuar como burbujas libres y/o como resonadores de Helmholtz (o similares) (por ejemplo, resonadores de Minnaert y/o resonadores de Church) y, por tanto, puede funcionar para reducir el ruido casi de la misma manera que una burbuja resonante.

10 La altura del volumen interior de la cavidad y su volumen pueden configurarse para adecuarse al fin en cuestión. La presión hidrostática alrededor de los resonadores varía con la profundidad por debajo de la superficie, el tamaño y/o la forma de las cavidades puede variar según su ubicación con respecto a la línea de agua en la cara del panel. Por tanto, las cavidades pueden diseñarse para adaptarse al cambio en la presión de agua experimentado en el cuello de las cavidades debido a la profundidad a la que están sumergidas, tal como (en la analogía de la figura 1) sus constantes de resorte pueden cambiar según la densidad y profundidad del agua alrededor de las mismas.

15 En algunas realizaciones, una malla u otro tamiz sólido tal como un tamiz de metal (por ejemplo, tamiz de cobre) puede colocarse sobre la cara de los paneles. Esto puede actuar para estabilizar el aire en las cavidades. Esto también puede actuar como un disipador de calor para disipar la energía térmica absorbida por el volumen de resonancia de la cavidad y mejorar potencialmente su rendimiento.

20 En algunas realizaciones, una cavidad de sección hemisférica o esférica o de sección esferoidal es adecuada para amortiguar el ruido en un intervalo de frecuencias útil.

25 Las figuras 2A y 2B ilustran secciones transversales de una realización de un resonador 20 abatible. El resonador 20 en la figura 2A se muestra de forma abatida tal como se almacenaría y transportaría cuando no está desplegado en el agua 25. El resonador 20 tiene un cuerpo 200 hueco que incluye una parte 220 circunferencial opcional conectada a paredes 230 laterales segmentadas. El cuerpo 200 hueco tiene un extremo 240 cerrado y un extremo 250 abierto. Generalmente, el extremo 240 cerrado corresponde a las paredes 230 laterales segmentadas y a la parte 220 circunferencial opcional.

30 Tal como se ilustra, las paredes 230 laterales segmentadas se pliegan (por ejemplo, de manera similar a un acordeón) en una primera dirección 260 para reducir una longitud de las paredes 230 laterales segmentadas en una segunda dirección 270. La segunda dirección 270 es ortogonal con respecto a la primera dirección 260. Se observa, sin embargo, que otras orientaciones relativas de la primera dirección 260 y la segunda dirección 270 se encuentran dentro del alcance de la invención y son objeto de elección de diseño. Las paredes 230 laterales segmentadas incluyen una primera pared 232 lateral y una segunda pared 234 lateral. La primera pared 232 lateral es más corta que la segunda pared 234 lateral para reducir la longitud de las paredes 230 laterales segmentadas a lo largo de la primera dirección 260. La primera dirección 260 puede ser paralela a la primera pared 232 lateral cuando el resonador 20 está en la configuración de almacenamiento o abatida. La primera pared 232 lateral puede tener una longitud igual o mayor que la segunda pared 234 lateral en algunas realizaciones. Las paredes 230 laterales segmentadas pueden estar formadas por un material rígido o pueden tener un armazón rígido (por ejemplo, de aluminio) con un material flexible (por ejemplo, neopreno) en las paredes definidas por el armazón. Alternativamente, las paredes 230 laterales segmentadas pueden ser de un material flexible.

45 El resonador 20 en la figura 2B se muestra en forma expandida tal como se encontraría cuando se despliega en el agua 25. Como el resonador 20 se sumerge en agua 25, el resonador 20 atrapa aire o un fluido flotante en un interior 290 del cuerpo 200 hueco. Adicional o alternativamente, un gas puede introducirse en el cuerpo 200 hueco desde una fuente de gas (no mostrada), tal como un depósito de gas. La flotabilidad del aire (o fluido flotante) en el interior 290 del cuerpo 200 hueco crea una fuerza sobre las paredes 230 laterales segmentadas provocando que dejen de estar plegadas en la segunda dirección 270, aumentando por tanto la longitud de las paredes 230 laterales segmentadas en la segunda dirección 270. A medida que las paredes 230 laterales segmentadas aumentan en longitud en la segunda dirección 270, como un paracaídas, también aumenta el volumen del cuerpo 200 hueco. El volumen se llena con el aire pero a una presión reducida debido al aumento de volumen del cuerpo 200 hueco. Alternativamente, el volumen se llena con un fluido que tiene una mayor flotabilidad que el agua 25.

55 Tal como se ilustra, el resonador 20 en la figura 2B es similar a una taza invertida con una superficie 295 de contacto entre el agua 25 y el aire (o fluido flotante) en la taza. La superficie 295 de contacto está próxima al extremo 250 abierto del cuerpo 200 hueco. El resonador 20 puede actuar como un resonador de Helmholtz (u otro resonador tal como un resonador de Minnaert y/o un resonador de Church) y puede tener una frecuencia de resonancia tal como se comentó anteriormente. El interior 290 del resonador 20 puede tener un volumen de aproximadamente 2670 centímetros cúbicos (es decir, dentro del 10%).

60 Las figuras 3A y 3B ilustran otra realización a modo de ejemplo del resonador de la presente invención similar a la descrita anteriormente con respecto a las figuras 2A y 2B. Sin embargo, se ha añadido una malla 310 que es sustancialmente permeable a flujo de fluido en el extremo 350 abierto del resonador 30. La malla 310 puede construirse de un tamiz que tiene propiedades térmicamente conductoras tal como se mencionó anteriormente.

65 Las figuras 4A y B ilustran un sistema 40 de reducción de ruido que incluye una pluralidad de volúmenes 400 de

resonadores similares a tazas invertidas abatibles, teniendo cada uno un extremo 410 abierto orientado hacia abajo. Por tanto, cada uno de los resonadores 400 puede diseñarse tal como se mostró anteriormente con respecto a las figuras 2 y 3. Cuando el sistema 40 se almacena, se transporta o se encuentra en el aire por encima del agua (por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 4A) los resonadores se encuentran en su estado abatido. Entonces, tras desplegarse en el agua 25 (por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 4B) la pluralidad de resonadores 400 se expande a su forma y tamaño de funcionamiento a medida que los resonadores 400 se llenan de aire flotante. La pluralidad de resonadores 400 puede formarse sobre o en un panel 420 (por ejemplo, como una serie de resonadores 400) de manera similar a una persiana veneciana, para simplificar el despliegue. Los resonadores 400 pueden estar formados por un material rígido o pueden tener un armazón rígido (por ejemplo, de aluminio) con un material flexible (por ejemplo, neopreno) en las paredes definidas por el armazón. Alternativamente, los resonadores 400 pueden estar formados por un material flexible.

La figura 5A ilustra un sistema 50 de resonador a modo de ejemplo en una configuración desplegada. El sistema 50 de resonador tiene una pluralidad de cuerpos 500A, 500B, 500N de resonador apilables o apilados (denominados, de manera general, cuerpo 500 de resonador) en forma de cono. Se observa que los cuerpos 500A, 500B, 500N de resonador pueden tener otras formas (por ejemplo, piramidal, semiesférica, etc.) y que la forma de cono ilustrada en las figuras 5A y 5B es simplemente ilustrativa. Al menos un acoplamiento 510 conecta cuerpos de resonador adyacentes (por ejemplo, 500A y 500B). El acoplamiento 510 se articula para conectar de manera flexible un cuerpo de resonador (por ejemplo, 500A) a otro (por ejemplo, 500B). En algunas realizaciones, el acoplamiento 510 es flexible, telescópico y/o segmentado. Alternativamente, el acoplamiento 510 puede ser rígido.

El cuerpo 500 de resonador tiene un extremo 520 abierto y un extremo 530 cerrado. El cuerpo 500 de resonador es hueco y, generalmente presenta una sección decreciente desde el extremo 520 abierto hasta el extremo 530 cerrado. El extremo 520 abierto tiene una primera anchura 525 (por ejemplo, un diámetro) y el extremo 530 cerrado tiene una segunda anchura 535 (por ejemplo, un diámetro). Como el cuerpo 500 de resonador está conformado como un cono, la primera anchura 525 es mayor que la segunda anchura 535. En algunas realizaciones, sin embargo, la primera anchura 525 es menor que la segunda anchura 535. Por tanto, en general, la primera anchura 525 no es igual a la segunda anchura 535. El cuerpo 500 de resonador pueden estar formado por un material rígido o puede tener un armazón rígido (por ejemplo, de aluminio) con un material flexible (por ejemplo, neopreno) en las paredes definidas por el armazón. Alternativamente, el cuerpo 500 de resonador puede estar formado por un material flexible. El resonador 500 puede tener un volumen interno de aproximadamente 220 centímetros cúbicos (es decir, dentro del 10%).

La figura 5B ilustra el sistema 50 de resonador en una configuración abatida o apilada. En esta configuración, el extremo 520 abierto de un primer cuerpo 500A de resonador se apila y/o encaja en la parte superior del extremo 530 cerrado de un segundo cuerpo 500B de resonador mientras que el acoplamiento 510 se encuentra en una configuración plegada/doblada. El primer cuerpo 500A de resonador cubre parcialmente el segundo cuerpo 500B de resonador. Esta configuración es ventajosa para el almacenamiento ya que el sistema 50 de resonador es más compacto a lo largo de un eje 590 central que el sistema 50 de resonador en la configuración desplegada (figura 5A). El eje 590 central pasa a través del extremo 520 abierto y el extremo 530 cerrado del cuerpo 500 de resonador y forma un ángulo 570 (es decir, distinto de 180 grados) con una pared 580 lateral que presenta una sección decreciente del cuerpo 500 de resonador.

El primer resonador 500A y el segundo resonador 500B tienen frecuencias de resonancia respectivas, tal como se comentó anteriormente. En algunas realizaciones, el primer resonador 500A tiene una primera frecuencia de resonancia que es diferente de una segunda frecuencia de resonancia del segundo resonador 500B. Alternativamente, el primer resonador 500A y el segundo resonador 500B pueden tener la misma o sustancialmente la misma frecuencia de resonancia (es decir, dentro del 10%). Las frecuencias de resonancia pueden encontrarse entre aproximadamente 30 Hz y aproximadamente 200 Hz incluyendo aproximadamente 110 Hz.

En algunas realizaciones, uno o más conductos 540A, 540B, 540N (denominados, en general, conducto 540) están definidos sobre o en los cuerpos 500A, 500B, 500N de resonador apilables, respectivamente. Un extremo 502 abierto inferior del conducto 540 (por ejemplo, un orificio de derrame) está dispuesto en o próximo al extremo 520 abierto del cuerpo 500 de resonador. Un extremo 504 abierto superior del conducto 540 está dispuesto en o próximo al extremo 530 cerrado del cuerpo 500 de resonador y por debajo del resonador 500 adyacente. En funcionamiento, se introducen burbujas de gas (por ejemplo, aire) en el extremo 520 abierto del cuerpo 500N de resonador hueco. El gas puede suministrarse desde una fuente de gas (por ejemplo, un depósito de gas presurizado). Las burbujas de gas se elevan hasta el extremo 530 cerrado del cuerpo 500N de resonador hueco y entonces llenan el cuerpo 500N de resonador hueco desde el extremo 530 cerrado hasta el extremo 520 abierto del mismo. Cuando el cuerpo 500N de resonador hueco se llena con gas, el gas se encuentra en o próximo al extremo 520 abierto del cuerpo 500N de resonador hueco. El gas fluye entonces al interior del conducto 540N en el cuerpo 500N de resonador desde el extremo 502 abierto inferior hasta el extremo 504 abierto superior del conducto 540N. El gas burbujea entonces al interior del siguiente cuerpo 500B de resonador inmediatamente por encima del cuerpo 500N de resonador. El mismo procedimiento puede repetirse hasta que todos los cuerpos 500 de resonador a lo largo de un eje vertical estén llenos con gas.

La figura 6 ilustra un panel 60 de resonadores 600 en una realización. Los resonadores 600 están configurados en una serie de X resonadores 600 horizontalmente e Y resonadores verticalmente (por ejemplo, en una columna). En algunas realizaciones, la serie incluye una dimensión adicional de Z resonadores 600 a lo largo de una dirección ortogonal a las direcciones horizontal y vertical. Cada resonador 600 tiene un primer extremo 610 y un segundo extremo 620 y tiene un cuerpo hueco tal como se comentó anteriormente. El resonador 600 tiene, generalmente, forma de una bombilla invertida (por ejemplo, una bombilla de luz) pero puede tener cualquier forma apropiada para captar y contener gas. El primer extremo 610 puede estar abierto o parcialmente abierto al entorno de agua 25 circundante. Los resonadores 600 pueden estar formados por un material rígido o pueden tener un armazón rígido (por ejemplo, de aluminio) con un material flexible (por ejemplo, neopreno) en las paredes definidas por el armazón. Alternativamente, los resonadores 600 pueden estar formados por un material flexible.

Un conducto 630 conecta resonadores 600 adyacentes (a través de primeros extremos 610 respectivos) a lo largo de una dirección vertical tal como se ilustra en la figura 6. A través del conducto 630, un primer resonador 600A se encuentra en comunicación de fluido con un segundo resonador 600B en el que el segundo resonador 600B está dispuesto por debajo del primer resonador 600A. Un gas puede introducirse en el primer extremo 610 del primer resonador 600A a través de una entrada 640. La entrada está conectada a un colector 650, que a su vez está conectado a una fuente 660 de gas. Alternativamente, la entrada 640 está conectada directamente a la fuente 660 de gas, que puede ser una fuente de gas comprimido.

El primer resonador 600A y el segundo resonador 600B tienen frecuencias de resonancia respectivas, tal como se comentó anteriormente. En algunas realizaciones, el primer resonador 600A tiene una primera frecuencia de resonancia que es diferente de una segunda frecuencia de resonancia del segundo resonador 600B. Alternativamente, el primer resonador 600A y el segundo resonador 600B pueden tener la misma o sustancialmente la misma frecuencia de resonancia (es decir, dentro del 10%). Los resonadores 600 a través de la serie pueden ser iguales, sustancialmente iguales, o diferentes entre sí.

En funcionamiento, el gas (por ejemplo, aire) se bombea o se introduce de otro modo en la entrada 640 del primer resonador 600A a través del colector 650. El gas llena el cuerpo hueco del primer resonador 600A y desplaza el fluido (por ejemplo, agua) en el cuerpo hueco. El fluido fluye a través del conducto 630 hasta el segundo resonador 600B. Alternativamente, el fluido fluye a través de un orificio de ventilación o válvula en el primer extremo 610 del primer resonador 600A. Después de que el gas crea una presión umbral en el primer resonador 600A, el gas desplaza el fluido en el conducto 630 y en el segundo resonador 600B llenando por tanto el segundo resonador 600B con el gas. El procedimiento continúa para los conductos 600 Y en la dirección vertical (es decir, a través de resonadores 600C, 600D y 600E). En esta orientación, el gas fluirá de manera natural verticalmente hacia una superficie 35 del agua 25 debido a la flotabilidad del gas. El fluido en los resonadores 600A, 600B, etc. desplazado por el gas puede eliminarse en el agua 25 a través de una válvula o medios similares.

Las figuras 7A-7C ilustran detalles mecánicos de un resonador 700 lleno de gas en un panel 710 adaptado para soportar una pluralidad de resonadores para reducir el ruido subacuático, por ejemplo, tal como se describió con respecto a la figura 6. La figura 7A muestra una sección transversal que deja ver el interior del cuerpo 770 hueco del resonador 700. Una entrada 740 y un conducto/salida 730 están conectados, opcionalmente, a otro resonador de este tipo (no mostrado). La figura 7B ilustra una primera vista en perspectiva del resonador 700 en un panel 780 de soporte, mientras que la figura 7C ilustra aún otra vista en perspectiva del mismo.

En algunas realizaciones, una pared 720 del resonador 700 es blanda y/o flexible mientras que el panel 710 es rígido. La pared 720 blanda y/o flexible permite que el resonador 700 pueda abatirse durante el almacenamiento. Por ejemplo, el panel 710 (que puede incluir una serie de resonadores 700) puede almacenarse apilando múltiples paneles 710 uno encima de otro o haciendo rodar el panel 710 alrededor de un tambor. En cualquier caso, el panel 710 puede almacenarse de manera más eficaz y/o compacta si la pared 720 del resonador 700 puede abatirse.

Esta invención no se limita para su uso en barcos y embarcaciones de superficie o subsuperficie, sino que puede usarse por compañías de petróleo y gas que perforan en el océano (por ejemplo, en plataformas petrolíferas y barcas), actividades de generación de energía en alta mar (por ejemplo, actividades de hinca de pilotes derivadas de la instalación de parques eólicos), así como en construcción de muelles o puentes o cualquier otra estructura de producción de ruido artificial.

En cuanto a aplicaciones del sistema actual, pueden prepararse paneles similares a los descritos anteriormente para unirse a estructuras o embarcaciones sumergidas. Los paneles pueden incluir una pluralidad de cavidades de gas (por ejemplo, aire) en las que la flotabilidad del aire en el entorno de agua provoca que el aire permanezca dentro de las cavidades. Las cavidades pueden llenarse mediante el acto de la inmersión invertida (es decir, el lado abierto del resonador se orienta hacia abajo hacia el fondo del océano) de los paneles o estructura. Alternativamente, las cavidades pueden llenarse de manera activa usando una fuente de aire dispuesta bajo las cavidades de manera que el aire procedente de la fuente puede ascender a su interior y entonces permanecer en las cavidades. Las cavidades pueden necesitar rellenarse con gas de vez en cuando.

En algunas realizaciones, puede usarse un gas distinto de aire para llenar las cavidades. La temperatura del gas en

las cavidades también puede afectar su rendimiento y frecuencias de resonancia, y por tanto esto también puede modificarse en algunas realizaciones.

- 5 Las figuras 8A y 8B ilustran secciones de una vista lateral y una vista desde arriba a modo de ejemplo, respectivamente, de un aparato 80 de reducción de ruido dispuesto en bandas apilables que puede desplegarse desde una plataforma marítima mediante un sistema de despliegue. El aparato 80 de reducción de ruido comprende resonadores 800 cónicos que se acoplan entre sí de manera apilable mediante una conducción 810 de gas. Cada resonador 800 tiene un resonador flexible y un anillo 820 de expansión de acero inoxidable. La pila también puede estar equipada con conducciones 840 de aire, energía, comunicación y otras conducciones de señalización eléctrica y de fluido. Una cubierta 850 exterior lisa aloja una pila de resonadores. Elementos 830 de refuerzo (por ejemplo, tubos similares a mangueras para incendios o estructuras inflables) pueden proporcionar rigidez mecánica al sistema. Pueden incluirse cables 860 de elevación tal como se muestra para proporcionar contrapeso si fuese necesario.
- 10
- 15 La figura 9 ilustra un sistema 90 de despliegue a modo de ejemplo para el sistema 900 de reducción de ruido en el agua. El sistema 90 puede desplegarse desde una botavara 910 de barcaza que soporta una banda 920 de resonador en una guía de correas y rodillos 930. Los resonadores se almacenan y despliegan desde un cilindro 940 que puede abatirse a aproximadamente 8 pies x 16 pies en una realización a modo de ejemplo. Puede usarse un lastre 950 si fuese necesario para ayudar a bajar el sistema 900 de resonador de reducción de ruido introduciéndolo en el agua. Una base de contrapeso orientable, un suministro de aire, cámaras, unidades de empuje y otros conjuntos para mover y colocar el sistema (denominados de manera colectiva 960) se incluyen y se acoplan a una estructura de torre de plataforma.
- 20
- 25 Pueden desarrollarse muchos otros diseños con fines de amortiguación y reducción de ruido. En otras realizaciones, la cavidad de resonancia puede llenarse con un fluido líquido en lugar de un fluido gaseoso. Por ejemplo, si el sistema va a hacerse funcionar en profundidades extremas en el océano, también podría usarse un líquido distinto de agua que tenga una compresibilidad diferente de la del agua de mar, tal como apreciarán los expertos en la técnica.
- 30 Los expertos en la técnica apreciarán tras la revisión de la presente divulgación que las ideas presentadas en el presente documento pueden generalizarse, o particularizarse a una aplicación dada en cuestión. Como tal, esta divulgación no pretende limitarse a las realizaciones a modo de ejemplo descritas, que se facilitan con fines de ilustración.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto (20) de resonador expandible para amortiguar energía acústica procedente de una fuente en un líquido (25), que comprende:

5 un cuerpo (200) hueco que tiene un extremo (250) abierto,

un extremo (240) cerrado y paredes (230) laterales articuladas, teniendo dichas paredes (230) laterales articuladas al menos dos segmentos que pueden expandirse desde una posición plegada hasta una posición desplegada, pudiendo dicho cuerpo (200) hueco retener un gas cuando dicho conjunto (20) de resonador está dispuesto en dicho líquido (25),

10 en el que en la posición plegada los al menos dos segmentos (230) se pliegan en una primera dirección (260) para reducir una longitud de las paredes (230) laterales en una segunda dirección (270), siendo dicha segunda dirección (270) ortogonal a dicha primera dirección (260), y

15 en el que en la posición desplegada los al menos dos segmentos (230) se despliegan para aumentar la longitud de las paredes (230) laterales en la segunda dirección (270) cuando dicho gas está dispuesto en dicho conjunto (20) de resonador mientras que dicho conjunto de resonador (20) está sumergido en dicho líquido (25).
2. Conjunto de resonador según la reivindicación 1, en el que dicho extremo (250) abierto tiene una primera longitud y dicho extremo (240) cerrado tiene una segunda longitud, siendo dicha primera longitud diferente de dicha segunda longitud.
- 25 3. Conjunto de resonador según la reivindicación 2, en el que dicha primera longitud es mayor que dicha segunda longitud.
4. Conjunto de resonador según la reivindicación 1, en el que dichas paredes (230) laterales son rígidas.
- 30 5. Conjunto de resonador según la reivindicación 1, que comprende además una mala (310) térmicamente conductora dispuesta de manera proximal con respecto a dicho extremo (250) abierto.
6. Sistema (50) de resonador apilable para amortiguar energía acústica procedente de una fuente en un líquido (25), que comprende:

35 un primer resonador (500A) y un segundo resonador (500B), teniendo cada uno un cuerpo hueco que comprende un extremo (520) abierto, un extremo (530) cerrado y paredes (580) laterales, en el que dicho extremo (520) abierto tiene una primera anchura (525) en sección transversal y dicho extremo (530) cerrado tiene una segunda anchura (535) en sección transversal, siendo dicha primera anchura (525) diferente de dicha segunda anchura (535), conectando dichas paredes (580) laterales de manera solidaria dicho extremo (520) abierto a dicho extremo (530) cerrado; y

40 un acoplamiento (510) que conecta dichos resonadores (500A), (500B) primero y segundo;

45 en el que dicho extremo (520) abierto de dicho primer resonador (500A) es apilable sobre dicho extremo (530) cerrado de dicho segundo resonador (500B) en una posición de almacenamiento.
- 50 7. Sistema de resonador apilable según la reivindicación 6, en el que dichas paredes (580) laterales conectan dicho extremo (520) abierto a dicho extremo (530) cerrado formando un ángulo (570) con respecto a un eje (590) central a través de dicho extremo (520) abierto y dicho extremo (530) cerrado.
8. Sistema de resonador apilable según la reivindicación 6, en el que dicho acoplamiento (510) está articulado.
- 55 9. Sistema de resonador apilable según la reivindicación 6, en el que dicho primer resonador (500A) tiene una primera frecuencia de resonancia y dicho segundo resonador (500B) tiene una segunda frecuencia de resonancia.
- 60 10. Sistema de resonador apilable según la reivindicación 9, en el que dicha primera frecuencia de resonancia es diferente de dicha segunda frecuencia de resonancia.
- 65 11. Sistema de resonador apilable según la reivindicación 10, que comprende además un conducto (540A, 540B, 540N) definido en dichas paredes (580) laterales de dicho primer resonador (500A), estando dicho conducto (540A, 540B, 540N) adaptado para transportar un gas desde dicho extremo (520) abierto hasta dicho extremo (530) cerrado de dicho primer resonador (500A).

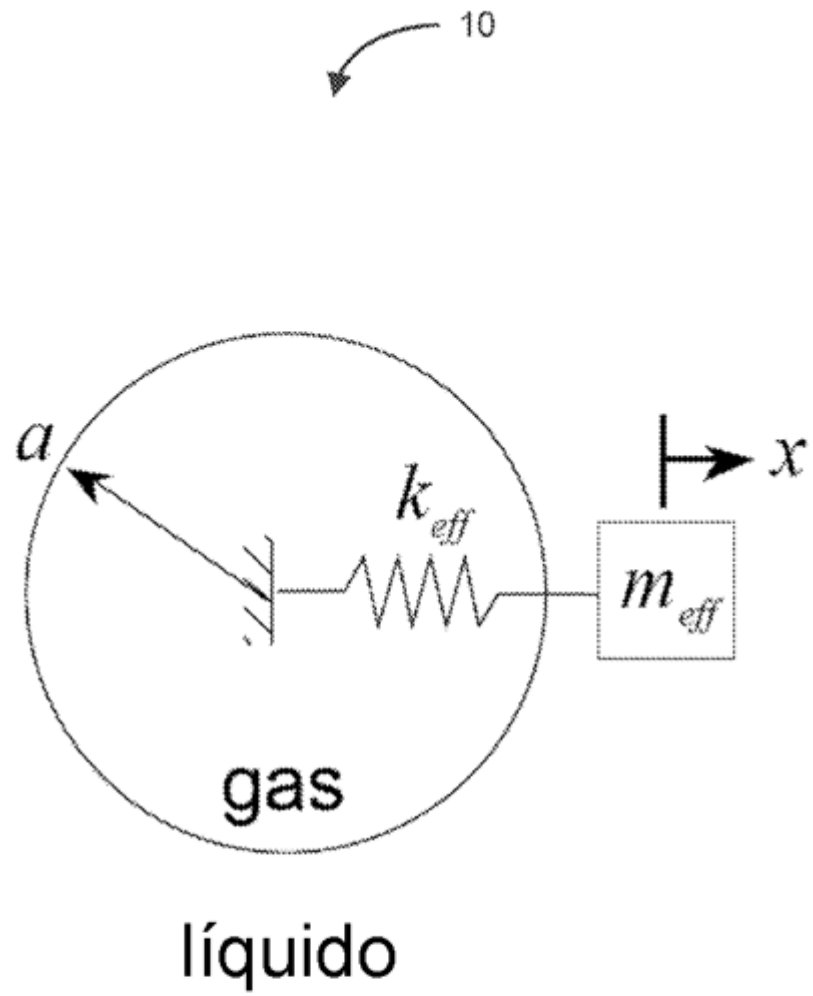
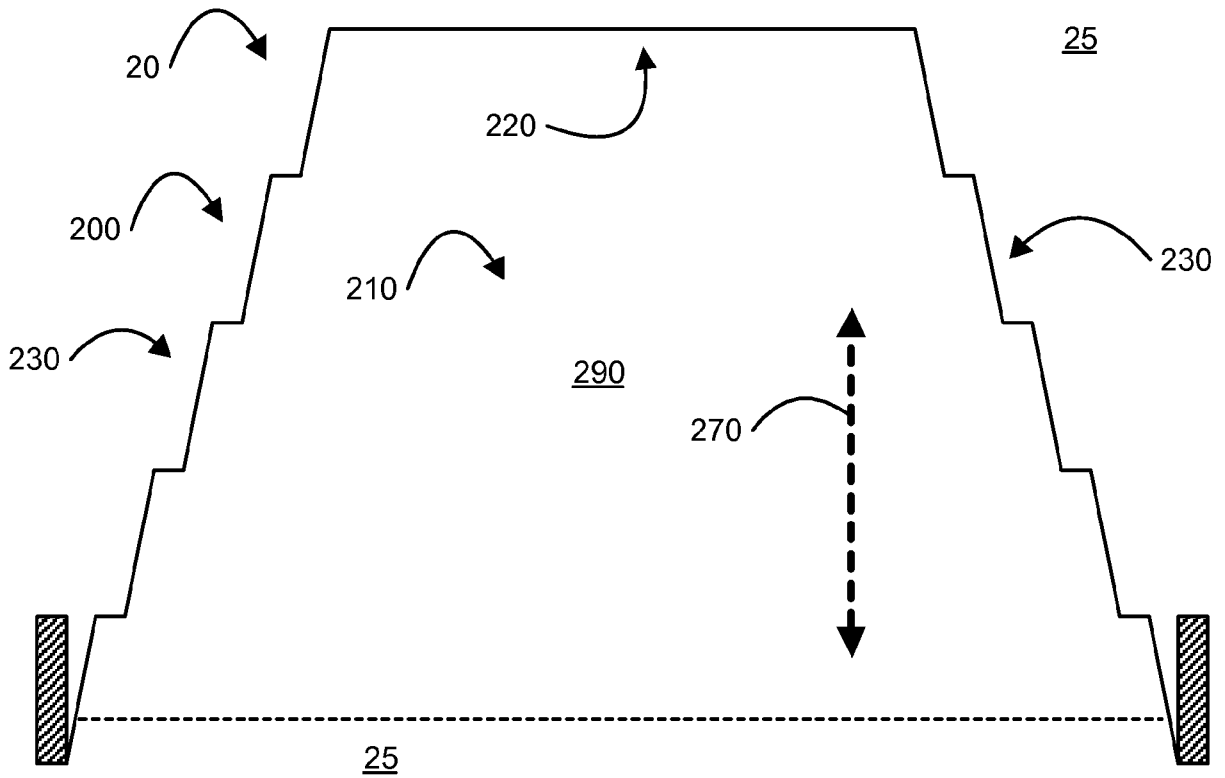
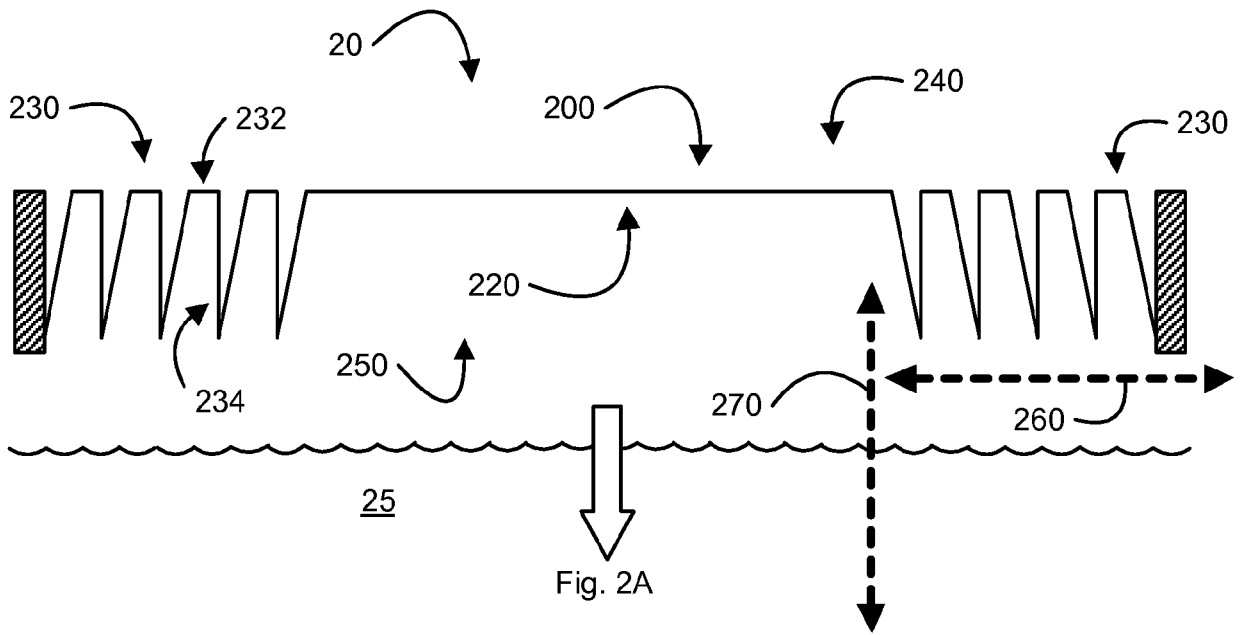


Fig. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)



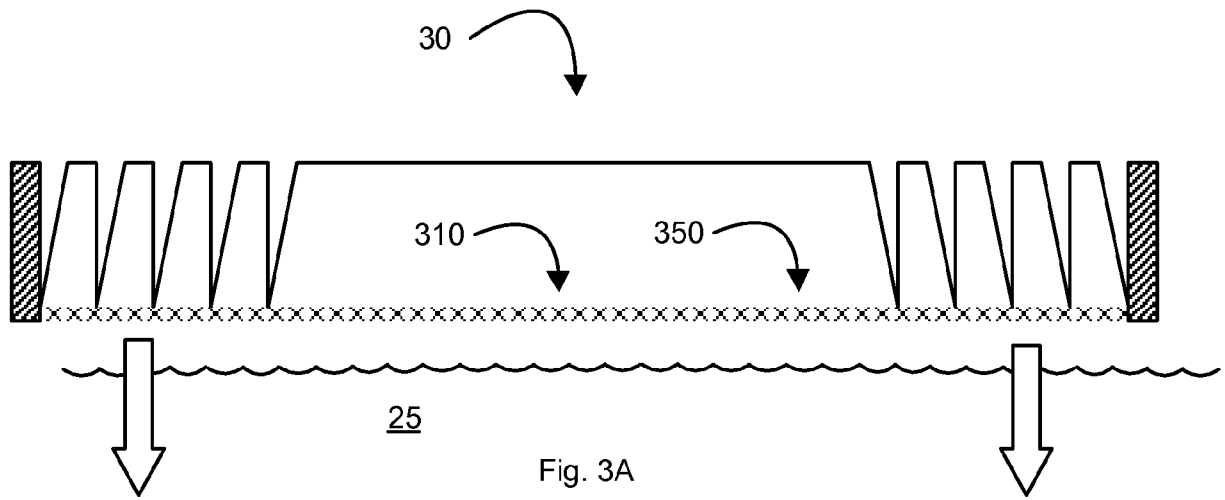


Fig. 3A

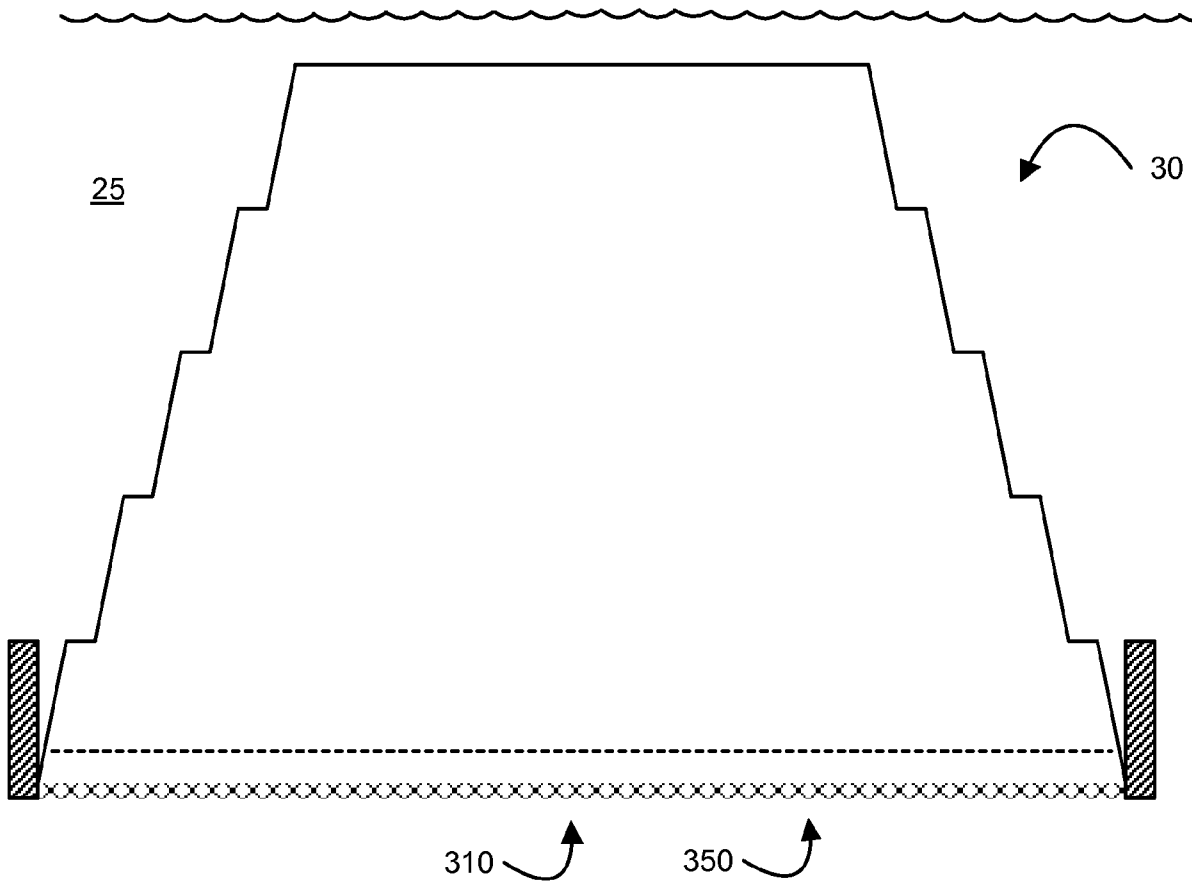
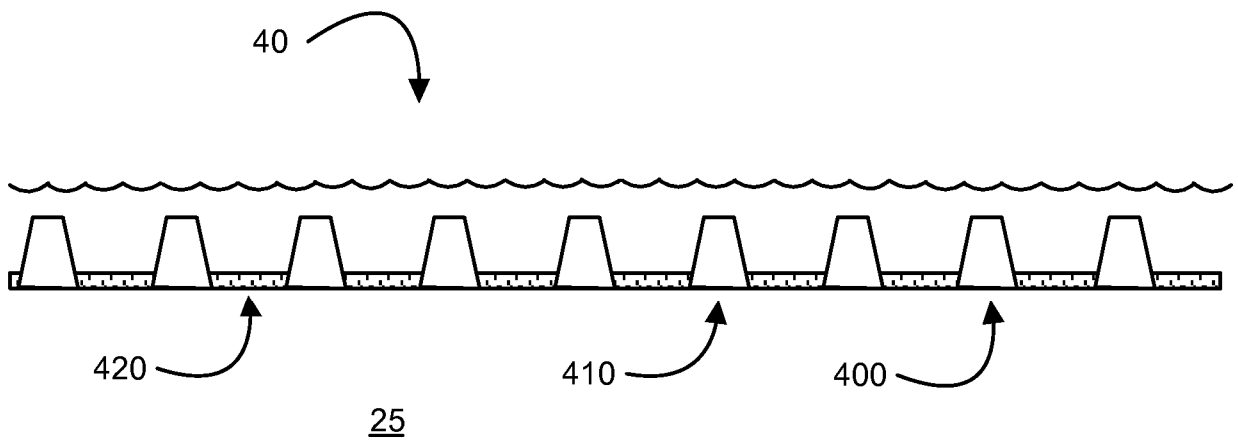
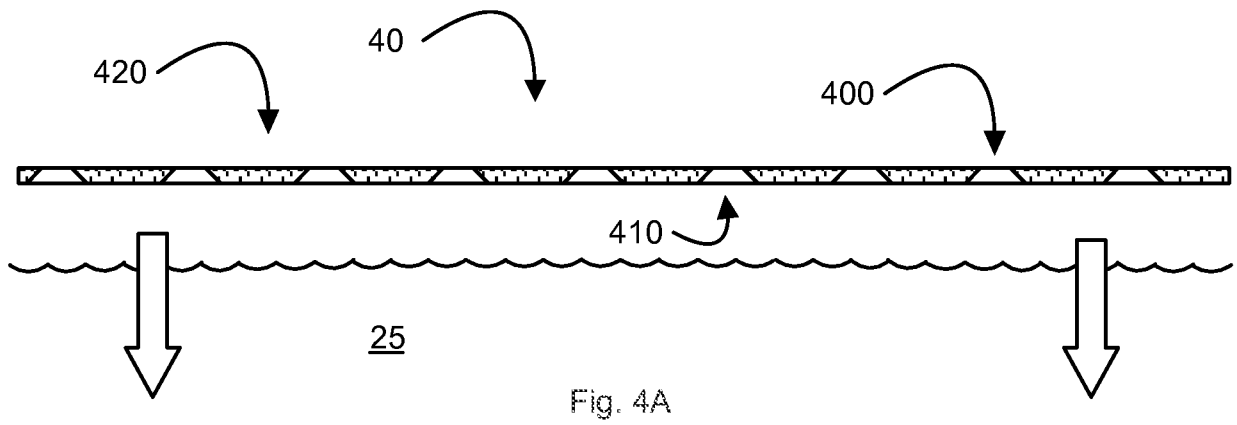


Fig. 3B



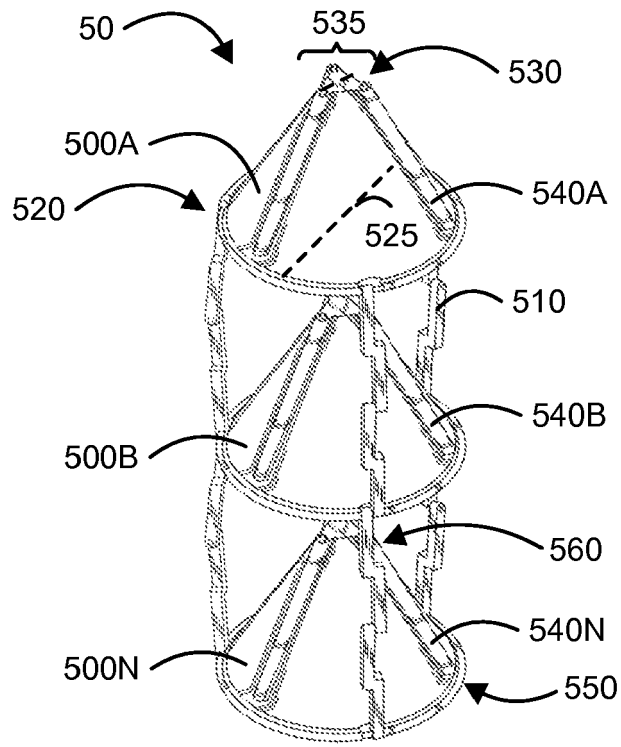


Fig. 5A

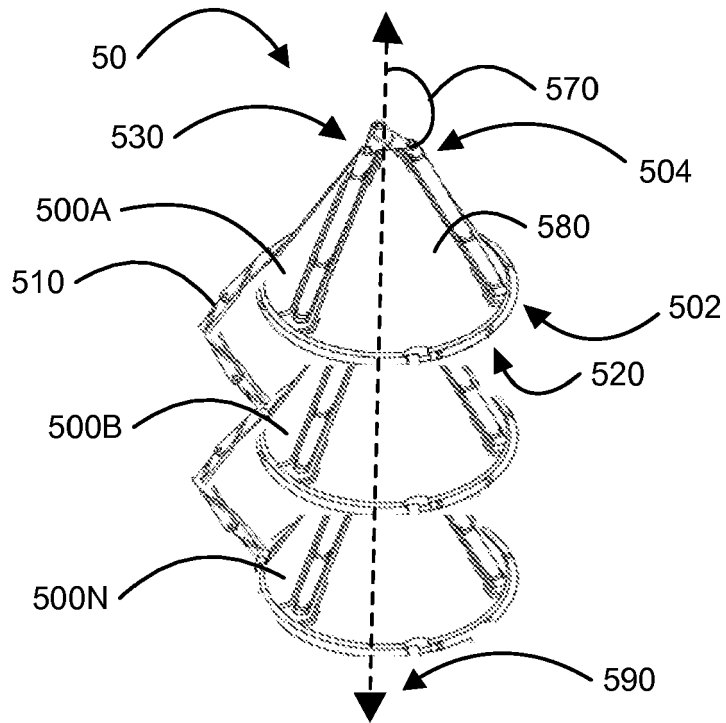


Fig. 5B

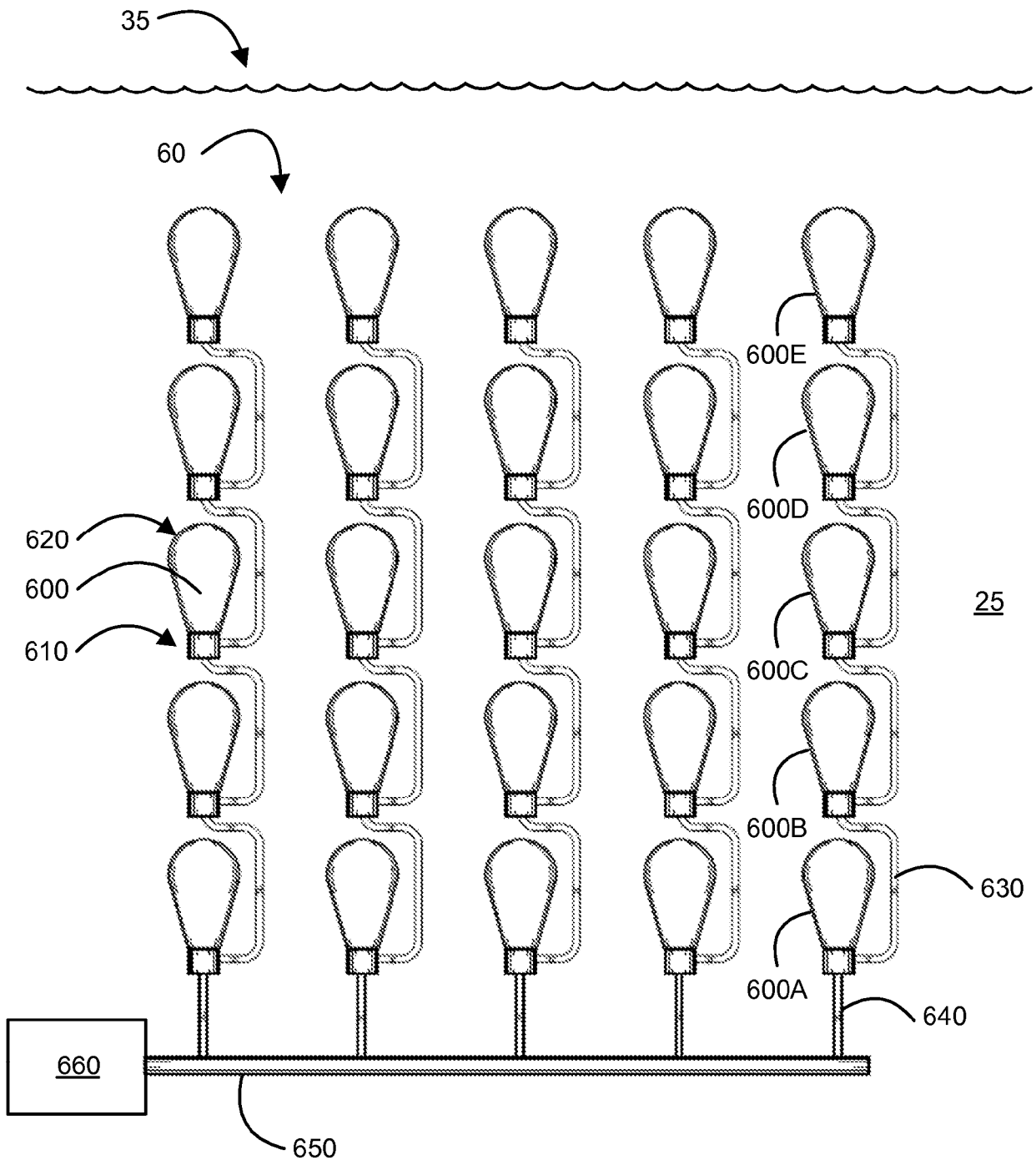


Fig. 6

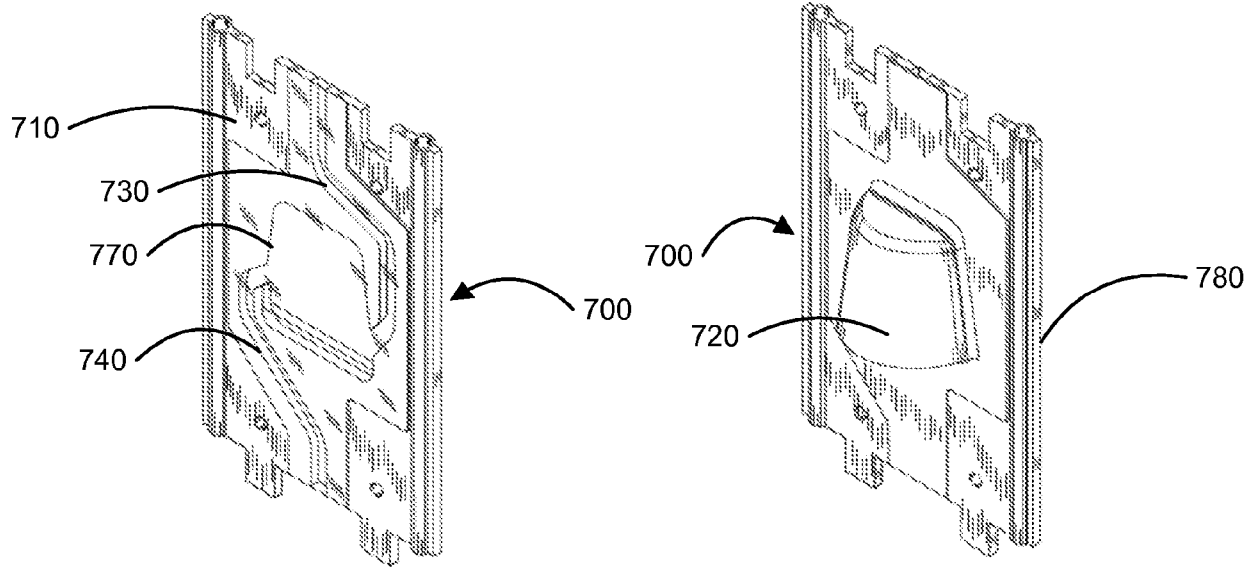


Fig. 7A

Fig. 7B

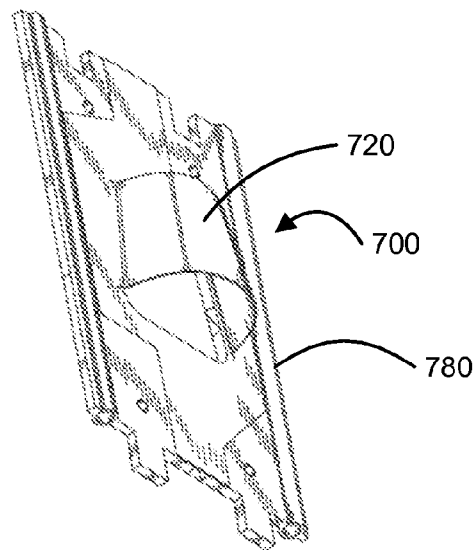


Fig. 7C

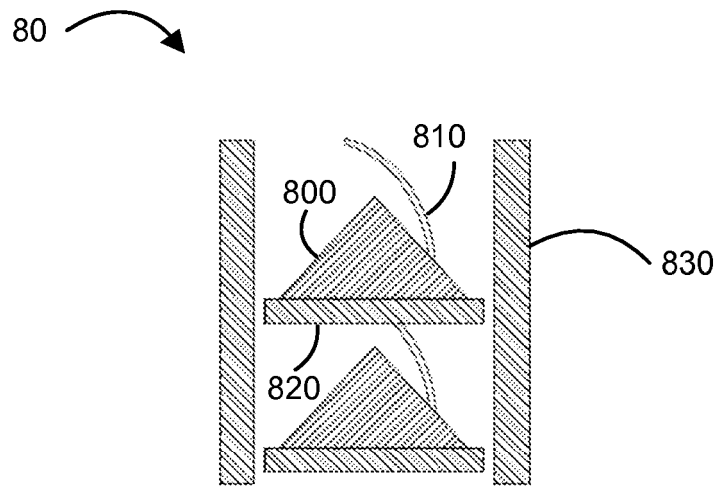


Fig. 8A

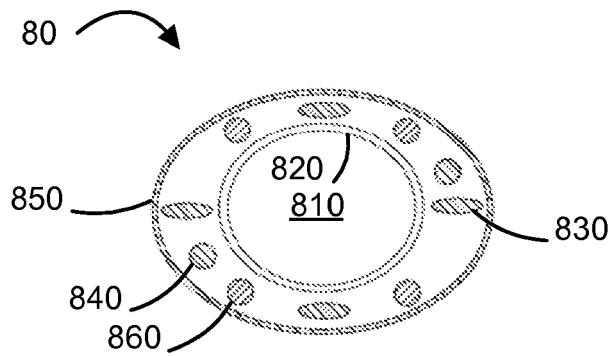


Fig. 8B

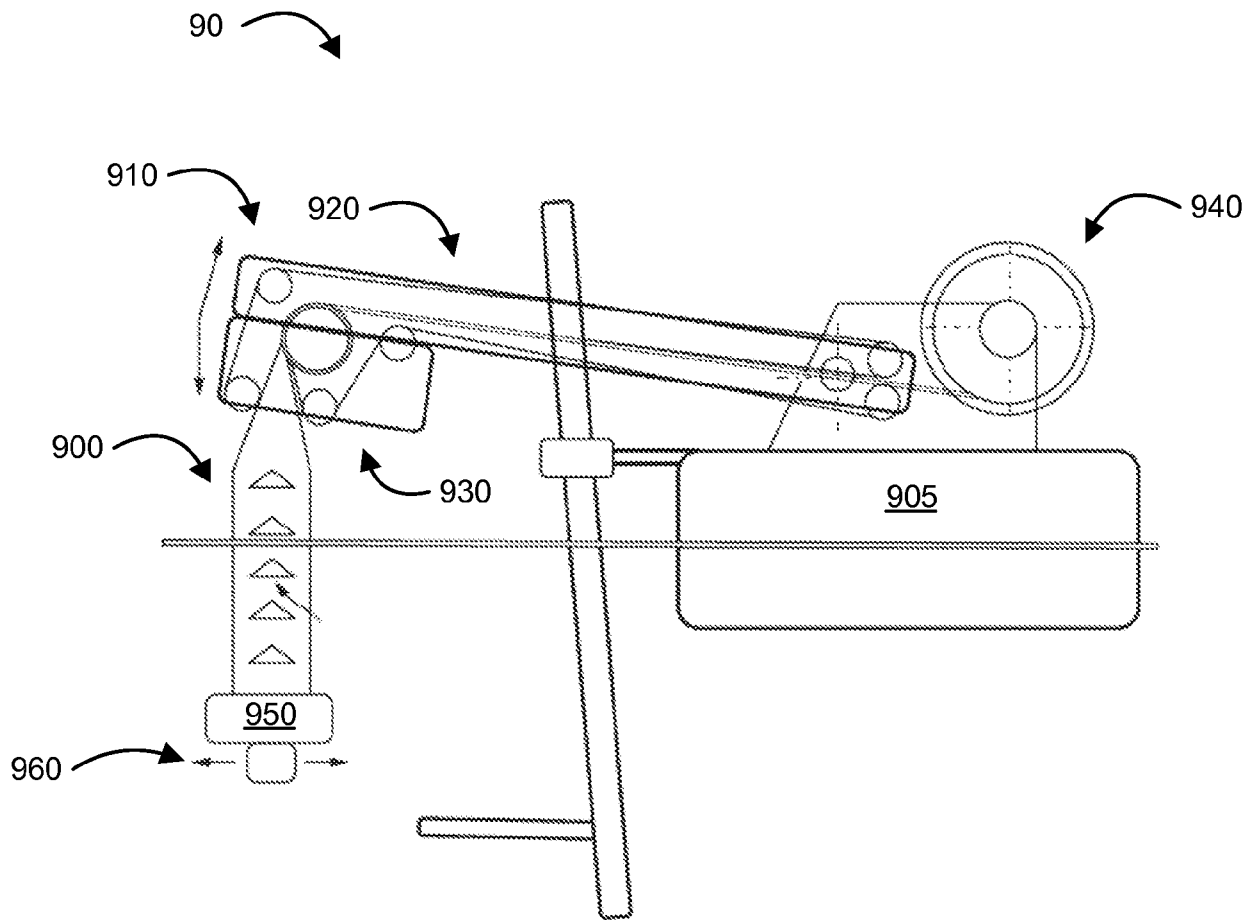


Fig. 9