



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 220 636**

⑤① Int. Cl.7: **A01K 61/00**

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧⑥ Número de solicitud europea: **01118831 .5**

⑧⑥ Fecha de presentación: **10.08.2001**

⑧⑦ Número de publicación de la solicitud: **1186231**

⑧⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **13.03.2002**

⑤④ Título: **Sistema y método para piscifactoría.**

③⑩ Prioridad: **11.09.2000 US 659423**

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2004

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2004

⑦③ Titular/es: **Fishfarm Tech Ltd.
Harbour Centre, P.O. Box 613
George Town, Grand Cayman, KY**

⑦② Inventor/es: **Zemach, Shalom**

⑦④ Agente: **Sempere Massa, Ivan Luis**

ES 2 220 636 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 y método para piscifactoría.

Campo de la invención y estado de la técnica

La presente invención hace referencia a sistemas para la crianza de animales acuáticos en jaulas y, más particularmente, a sistemas de piscicultura que tienen una jaula que puede ser sumergida y reflotada como se desee, y a un método para sumergir y reflotar una jaula para peces como se desee. Aunque en adelante nos referimos específicamente a "peces", se entiende que el sistema de piscicultura de la presente invención puede utilizarse para criar otros animales acuáticos, por ejemplo, gambas, almejas, etc.

Se han llevado a cabo considerables esfuerzos para intentar satisfacer la demanda en rápido crecimiento alrededor del mundo de proteínas de pescado. Además de la pesca en mar abierto cada vez más sofisticada, una fracción significativa de los pescados en el mercado hoy en día se cría y recolecta utilizando modernas técnicas de acuicultura. Varias piscifactorías han estado operando con éxito en grandes piscinas hechas por el hombre. Sin embargo, estas piscifactorías son caras de construir y operar y no siempre hacen posible reproducir las condiciones óptimas para el crecimiento de los peces.

Más recientemente, la piscicultura se ha llevado cada vez más a cabo en grandes jaulas, que se hacen flotar cerca de la superficie del agua o en ella casi en alta mar (en adelante "cerca de la costa") en mares, lagos u otros cuerpos naturales de agua. Un sistema de jaula para peces incluye una o más jaulas grandes que están construidas típicamente mediante un marco rígido con una forma adecuada y cubiertas por redes que permiten al agua fluir libremente dentro y fuera de la jaula, pero que tienen una malla lo suficientemente fina como para retener dentro de la jaula a los peces.

La ventaja de tales sistemas de jaulas para peces es que no ocupan terrenos que son escasos y que no requieren la construcción de una piscina cara. Además, las condiciones de agua (por ejemplo salinidad, temperatura, contenido de oxígeno, y similares) son aproximadas a las condiciones naturales en el cuerpo de agua abierto y pueden ser más óptimas para el crecimiento de los peces que las condiciones simuladas en piscinas hechas por el hombre en tierra.

Mientras que el despliegue cerca de la costa de tales jaulas para peces es conveniente en términos de accesibilidad, tales despliegues presentan de ciertas desventajas. A medida que se desarrolla la acuicultura cerca de la costa existe una falta cada vez mayor de localizaciones de calidad en las que colocar jaulas adicionales. Muchas localizaciones sufren de agotamiento de oxígeno causado por los materiales de desecho de los peces y la comida de los peces no consumida así como de los vertidos de líquidos industriales, de la agricultura y domésticos que vienen de la costa cercana.

Por lo tanto es a menudo ventajoso evitar localizaciones cercanas a la costa y colocar las jaulas más mar adentro, en lo que se nombrará a partir de ahora genéricamente como "aguas profundas", es decir, en áreas que no están afectadas adversamente por vertidos y donde la mayor circulación de agua sirve para diluir los materiales de desecho de la piscicultura.

Sin embargo, colocar los sistemas de jaula para peces en localizaciones que están lejanas de la cos-

ta, presenta ciertos problemas. Uno de los problemas más importantes es la necesidad de asegurar la navegabilidad del sistema de jaula para peces en condiciones tales como grandes olas y fuertes vientos durante las tormentas, que pueden ser mucho más graves que las experimentadas en estructuras cercanas a la costa.

Además, es conocido que durante las tormentas, cuando el agua cercana a la superficie es particularmente turbulenta, los peces, que normalmente pasan la mayor parte de su tiempo cerca de la superficie del agua, donde el suministro de oxígeno es más abundante, tienden temporalmente a colocarse lejos de la superficie en las profundidades en las que el agua no es relativamente afectada por la tormenta y evitando de este modo el daño y el estrés que puedan sufrir.

Para minimizar o eliminar el daño tanto a los peces como a las jaulas, varios sistemas de jaulas para peces se han desarrollado que hacen posible sumergir la jaula para peces a una cierta profundidad cuando se desee, por ejemplo, antes del comienzo de una tormenta, para evitar una superficie de agua fría y/o hielo en la superficie en invierno y agua de superficie caliente en el verano, o para evitar varios contaminantes tóxicos, tales como floraciones de plancton tóxico o vertidos de combustible. Zemach *et al.* en la patente de Estados Unidos 5,412,903 que está incorporada aquí para todos los objetivos como totalmente establecida de ahora en adelante, describen varios de dichos sistemas de jaula mencionados anteriormente, y proponen un sistema de jaula para peces que soluciona algunas de las desventajas y limitaciones principales mencionadas anteriormente.

Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente una jaula para peces de la técnica anterior según Zemach *et al.* en '903, en la que alguno de los detalles originales se han omitido. La figura 1 muestra una jaula para peces (100), típicamente hecha de una estructura de celosía metálica en la que se ha sobrepuesto una red (102) (mostrada parcialmente) con un tamaño de malla adecuado que permite al agua fluir libremente a través de la jaula (100) pero no permite escapar a los peces dentro de la jaula (100). Unido a la jaula (100) están uno o más cables de la jaula para peces (104). La jaula (100) y los cables (104) han combinado la flotabilidad ascendente impartida a través de cámaras o miembros de flotabilidad (106), lo que asegura que al menos la parte superior de la jaula (100) flota en o por encima de la superficie del agua. En los casos que requieran el descenso temporal de la jaula (100) a una profundidad determinada, el sistema está equipado además con un lastre (108) que está conectado al cable (104). Según '903, en un ejemplo de realización básico el lastre (108) tiene un peso fijado e invariable que es seleccionado para superar la flotabilidad neta combinada de la jaula (100) y de los cables de la jaula (104) descritos anteriormente, de modo que cuando el peso del lastre (108) es añadido a la jaula para peces (100) y a los cables de la jaula para peces (104) el resultado es la sumersión, preferiblemente a una velocidad lenta y controlada, de la jaula (100). En otro ejemplo de realización, el lastre (108) es de una flotabilidad variable, con medios provistos para aumentar la flotabilidad introduciendo aire y para reducir la flotabilidad liberando aire, incluso cuando el lastre (108) está sumergido.

El lastre (108) está además conectado a un cable de lastre (110), que también está conectado a una boya (112) de cualquier diseño adecuado. La boya (112)

está diseñada para flotar en la superficie del agua bajo cualquier condición. La boya (112) está equipada con medios para alternativamente acortar y alargar la longitud efectiva del cable del lastre (110), medios que preferiblemente son un mecanismo de cabrestante (113) alojado dentro de la boya (112), el cual típicamente está operado mediante un motor de combustión interna.

Durante las operaciones normales, la jaula (100) es permitida flotar en la superficie del agua, como se muestra en la figura 1. Tal y como se describe anteriormente, la flotabilidad de la jaula (100) (más los cables de la jaula para peces (104)) es tal que la jaula (100) permanece en la superficie del agua. En esta condición ninguna fuerza externa se ejerce sobre los cables de la jaula para peces (104) que permanecen flojos en el agua, puesto que el lastre (108) al que están también conectados está siendo soportado completamente por la boya (112), a través del cable del lastre (110) que está tenso (figura 1). La boya (112) está diseñada para tener la suficiente flotabilidad como para soportar el lastre (108) (y el cable del lastre (110)) al tiempo que permanece flotando en la superficie del agua.

Cuando se desee sumergir la jaula (100), el cable del lastre (110) es permitido alargarse, preferiblemente a una velocidad controlada, mediante por ejemplo la liberación de un mecanismo de freno en el cabrestante (113) alojado en la boya (112). El peso del lastre (108) entonces estira del cable del lastre (110) fuera del cabrestante (113), provocando que se alargue a medida que el lastre (108) va a mayor profundidad. A medida que el lastre (108) continúa yendo cada vez más profundo llega un punto en que los cables de la jaula para peces (104) se tensan, trasladando el peso del lastre (108) desde el cable del lastre (110), que se vuelve flojo, a los cables de la jaula para peces (104) que se tensan. Más allá de este punto, el peso completo del lastre (108) es ejercido sobre la jaula (100). Tal y como se describe anteriormente, el peso incrementado del lastre 108 es suficiente para superar la flotabilidad de la jaula (100) y produce la sumersión de la jaula (100), tal y como se muestra en la figura 2 de la técnica anterior.

Preferiblemente, la sumersión tiene lugar a una velocidad lenta con el fin de minimizar o eliminar el daño a las estructuras o a los peces. Una velocidad de tal lentitud de sumersión puede asegurarse, por ejemplo, seleccionando con cuidado el peso del lastre (108) de modo que el peso combinado del sistema sea ligeramente superior a las fuerzas de flotabilidad que se dirigen hacia arriba. La sumersión de la jaula (100) continúa mientras el lastre (108) ejerza fuerza sobre la jaula (100). Tan pronto como el lastre (108) toca el fondo estas fuerzas son eliminadas y la jaula (100) cesa de moverse hacia abajo. En su lugar, la jaula (100) se estabiliza en una localización, que es determinada por la longitud de los cables de la jaula para peces (104) (figura 2).

El sistema descrito en '903 puede sumergir las jaulas virtualmente a cualquier profundidad deseada, con la condición de que exista la suficiente longitud de cable de lastre (110). Para colocar la jaula sumergida a una profundidad determinada, sin tener en cuenta la profundidad del agua, todo lo que se necesita es la longitud correcta de los cables de la jaula para peces (104). Por ejemplo, si se desea operar en aguas de (200) metros de profundidad y si además se desea

sumergir las jaulas a una profundidad de aproximadamente (100) metros, se necesita que el cable del lastre (110) tenga al menos (200) metros de longitud y que los cables de la jaula para peces (104) tengan aproximadamente (100) metros de longitud.

Una vez que se desee retornar la jaula (100) a su posición normal en la superficie del agua, el cabrestante (113), o un mecanismo similar, es activado para subir el cable del lastre (110). Cuando el cable del lastre (110) se tensa, el cabrestante (113) eleva el lastre (108) del fondo y elimina su peso de la jaula (100) cuyas fuerzas de flotabilidad ahora le permiten ascender a la superficie, preferiblemente a una velocidad lo suficientemente lenta como para evitar daños estructurales al sistema y daños fisiológicos (por ejemplo síndrome de descompresión) a los peces. Preferiblemente, las porciones inferiores de la boya (112) están formadas para evitar ser levantadas por la jaula (100) cuando la jaula (100) se eleva a la superficie del agua. Por ejemplo, las porciones inferiores de la boya (112) como se muestra en las figuras 1 y 2 están formadas de modo que a medida que la jaula (100) es elevada a la superficie del agua, la jaula (100) tiende a empujar la boya (112) hacia afuera a medida que el borde superior de la jaula (100) se desliza hacia arriba a lo largo de las porciones inferiores en forma de rampa de la boya (112).

A pesar de las claras ventajas que tiene sobre sistemas de la técnica anterior, el sistema de jaula para peces de Zemach *et al.* en '903 aún sufre de un número de problemas y desventajas, algunos de los cuales están listados a continuación, y que la presente invención pretende rectificar:

Un problema surge cuando la jaula (100) flota en o cerca de la superficie del agua en tiempo que es difícil pero no lo suficientemente tormentoso como para garantizar la sumersión de la jaula (por ejemplo en olas de 0,8 a 1,8 metros de altura). En esta situación existen frecuentes colisiones y fricciones entre la jaula (100), en particular sus miembros (106) y la boya (112). La jaula y la boya tienen características de flotación muy diferentes en el agua, provocando frecuentes colisiones entre ellas, colisiones que provocan daños acumulados en ambos. En emergencias, por ejemplo cuando el cabrestante (113) se atasca y necesita ser liberado, el personal necesita abordar la boya (112), y si esta acción se requiere en mal tiempo, puede suponer un riesgo para la vida de las personas que abordan la boya.

Otro problema surge si el lastre (108) se atasca en el fondo marino lodoso o rocoso. Esta contingencia requiere que la boya (112) tenga una flotabilidad extra (que sea mayor), de modo que no se hunda cuando intenta liberar el lastre atascado. Similarmente, el cabrestante (113) necesita una capacidad extra de estimamiento por el mismo motivo. Estos requisitos extra hacen que la boya (112) y el cabrestante (113) sean más caros. Puesto que tanto la boya como el cabrestante permanecen flotando en tiempo tormentoso mientras que la jaula está sumergida, el daño bien a la boya (112) o al cabrestante (113) puede impedir el reflotamiento de la jaula.

Aún otro problema surge del hecho de que la profundidad a la que la jaula (100) está sumergida debe establecerse a priori eligiendo la longitud de los cables de la jaula para peces (104). Una vez que el lastre (108) toca el fondo, la longitud de los cables (104) no puede ser cambiada y no se puede realizar más cam-

bios en la profundidad de sumersión de la jaula (100).

Un problema adicional surge si la jaula (100), mientras está siendo sumergida, necesita detenerse en una profundidad intermedia antes que el lastre (108) toque el fondo. En esta situación, el cable del lastre (110) puede rozar frecuentemente contra la jaula (100), en particular contra sus miembros (106), de modo que tras unas pocas horas, la fricción puede romper el cable (110) o partir un miembro (106). Existe por lo tanto un "tiempo de escala de profundidad intermedia" máximo más allá del cual ocurrirán daños, dicho tiempo siendo acortado significativamente por condiciones atmosféricas adversas.

Aún otro problema adicional surge con una jaula sumergida (100) y una boya flotante (112), esta última cambiando su posición según las direcciones de las corrientes de viento y de agua. La boya que se mueve puede causar que el cable (110) se enrolle y se enrede con los cables (104) y los miembros (106). Un intento de reflotar la jaula (100) en tal situación puede conducir a la rotura del cable (110). Los intentos para liberar un cable (110) enredado de tal modo requieren operaciones subacuáticas complicadas utilizando buzos.

Existe de este modo una necesidad reconocida para, y sería ventajoso tener, un sistema de piscicultura para uso en aguas profundas comprendiendo una jaula para peces de flotabilidad controlada, y un método para sumergir y reflotar tal jaula para peces que esté libre de los problemas y limitaciones mencionados anteriormente.

Resumen de la invención

Según un ejemplo preferido de realización de la presente invención se provee un sistema de piscicultura según la reivindicación 1 comprendiendo: una jaula para peces de flotabilidad controlada, un mecanismo de cabrestante unido a la jaula, un lastre teniendo un cable de lastre de longitud variable conectado al mecanismo de cabrestante, un mecanismo activador para activar el mecanismo de cabrestante, la activación de este modo definiendo una longitud efectiva del cable de lastre, por lo que al menos una porción de la jaula para peces está localizada en o por encima de la superficie del agua cuando la flotabilidad supera la fuerza combinada ejercida por el peso del sistema, y por el que la jaula para peces está sumergida a una profundidad deseada debajo de la superficie del agua cuando la flotabilidad está reducida de modo controlable, la profundidad estando determinada por la longitud efectiva del cable de lastre.

Según otras características en ejemplos de realización preferidos de la presente invención descritas a continuación, la jaula para peces incluye una pluralidad de elementos de flotabilidad verticales para distribuir la flotabilidad controlable.

Según aún otras características en los ejemplos de realización preferidos descritos, el mecanismo activador incluye un motor capaz de recibir instrucciones por radio, el motor conectado al mecanismo de cabrestante.

Según aún otras características en los ejemplos de realización preferidos descritos, el mecanismo activador comprende además un conducto de comunicación y control conectado funcionalmente en uno de sus extremos con el mecanismo de cabrestante, un mando a distancia conectado al conducto en su otro extremo, y un dispositivo flotante auxiliar conteniendo el mando a distancia, por el que el mando a distancia y

el conducto facilitan la activación del mecanismo de cabrestante cuando el mecanismo de cabrestante está sumergido, y el dispositivo flotante auxiliar impide que el mando a distancia se sumerja junto con el mecanismo de cabrestante.

Según aún otras características en los ejemplos de realización preferidos descritos, la jaula para peces incluye al menos una cámara.

Según aún otras características en los ejemplos de realización preferidos descritos, el sistema de piscicultura de la presente invención comprende además un ancla conectada a la jaula para peces a través de un cable de ancla, y una boya de ancla conectada al cable de ancla.

Según aún otras características en los ejemplos de realización preferidos descritos, la boya de ancla comprende una flotabilidad variable.

Según aún otras características en los ejemplos de realización preferidos descritos, el sistema de la presente invención comprende además al menos una plataforma de trabajo unida a al menos una cámara, por lo que el mecanismo de cabrestante está montado sobre la plataforma.

Según aún otras características de los ejemplos de realización preferidos descritos, el sistema de la presente invención comprende además al menos una cámara con una sección transversal y que está en un plano sustancialmente paralelo a la superficie del agua, que puede tener una forma cuadrada, redonda, hexagonal u octogonal.

Según aún otras características en los ejemplos de realización preferidos descritos, el sistema de la presente invención comprende además un dispositivo de telemetría unido a la jaula para peces.

Según un segundo ejemplo de realización preferido de la presente invención, está provisto un sistema de piscicultura según la reivindicación 11, comprendiendo: una jaula para peces de flotabilidad fija, un mecanismo de cabrestante unido a la jaula, un lastre de flotabilidad variable teniendo un cable de lastre de longitud variable, el lastre conectado con el mecanismo de cabrestante mediante el cable de lastre, un mecanismo activador para activar el mecanismo de cabrestante, el mecanismo activador por lo tanto definiendo una longitud efectiva del cable de lastre, por lo que al menos una porción de la jaula para peces está localizada en o por encima de la superficie del agua cuando la flotabilidad fija de la jaula supera la fuerza combinada ejercida por el peso del sistema, y por lo que la jaula para peces es sumergida a una profundidad deseada por debajo de la superficie del agua cuando la flotabilidad variable del lastre es reducida de modo controlado, la profundidad determinada mediante la longitud efectiva del cable del lastre.

Según otro ejemplo de realización de la presente invención esta provisto un método de sumergir y reflotar de modo controlado un sistema de piscicultura en aguas profundas, comprendiendo: proveyendo una jaula para peces de flotabilidad controlable, la jaula para peces incluyendo al menos una cámara, uniéndose un mecanismo de cabrestante a la jaula, conectando un lastre que tiene un cable de lastre de longitud variable al mecanismo de cabrestante a través del cable del lastre, activando el mecanismo del cabrestante para cambiar la longitud efectiva del cable del lastre, y cambiando la flotabilidad de la jaula para peces, por lo que al menos una porción de la jaula para peces flota en o por encima de la superficie del agua cuando la

flotabilidad supera la fuerza combinada ejercida por el peso combinado del sistema, y por lo que la jaula para peces es sumergida a una profundidad deseada debajo de la superficie del agua cuando la flotabilidad es reducida de modo controlable, la profundidad determinada por la longitud efectiva del cable del lastre.

Según características adicionales en los ejemplos de realización preferidos descritos del método de la presente invención, el paso activador incluye el uso de la transmisión de instrucciones por radio.

Según aún otras características adicionales en los ejemplos de realización preferidos descritos del método de la presente invención, el paso de activación comprende además conectar funcionalmente un conducto de comunicación y control en uno de sus extremos al mecanismo de cabrestante, conectando funcionalmente un mando a distancia a otro extremo del conducto, uniendo el mando a distancia a un dispositivo de flotación auxiliar para prevenir que el mando a distancia se sumerja, y transmitiendo entradas de control del mando a distancia a través del conducto al mecanismo de cabrestante para activar el mecanismo de cabrestante.

Según aún otras características adicionales en los ejemplos de realización preferidos descritos, el método de la presente invención comprende además la unión de una plataforma a la jaula, y el montaje del mecanismo de cabrestante sobre la plataforma.

Según aún otras características adicionales en los ejemplos de realización preferidos descritos, el método de la presente invención comprende además conectar un ancla que tiene un cable de ancla a la jaula a través del cable de ancla, y conectar una boya de flotabilidad variable al cable del ancla.

Además puede estar provisto una boya de flotabilidad variable, comprendiendo una sección de flotabilidad fija y una sección de flotabilidad variable unida a la sección de flotabilidad fija, por lo que la flotabilidad de la boya de flotabilidad variable disminuye mientras la boya es sumergida.

La presente invención se ocupa con éxito de los inconvenientes de las configuraciones conocidas hoy en día proveyendo un sistema de piscicultura y un método para sumergir y reflotar una jaula para peces libre de las limitaciones de la técnica anterior.

Breve descripción de los dibujos

La invención está descrita aquí, mediante ejemplo solamente, con referencia a los dibujos que acompañan. Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se señala que los datos particulares mostrados son a modo de ejemplo y para objetivos de la discusión ilustrativa de los ejemplos de realización preferidos de la presente invención solamente, y son presentados con el fin de proveer lo que se cree que es la descripción más útil y más prontamente entendida de los principios y aspectos conceptuales de la invención. A este respecto, no se hace intento alguno de mostrar detalles estructurales de la invención en más detalle que el necesario para un entendimiento fundamental de la invención, la descripción tomada con los dibujos haciendo que resulte aparente a los experimentados en la técnica cómo las diversas formas de la invención pueden realizarse en la práctica.

En los dibujos:

La Figura 1 es una descripción esquemática de una jaula para peces de la técnica anterior flotando en la superficie del agua;

La Figura 2 es una descripción esquemática de la

jaula para peces de la técnica anterior de la figura 1 en un estado sumergido;

La Figura 3 es una descripción esquemática de un ejemplo de realización preferido de una jaula para peces de cámara múltiple según la presente invención;

La Figura 4 es una descripción esquemática de una jaula para peces de la presente invención con múltiples cámaras en la forma de: (a) cuadrados; (b) círculos; (c) hexágonos; y (d) octógonos;

La Figura 5 es un detalle aumentado de la cámara central de una jaula para peces cubierta por una plataforma, mostrando un cabrestante unido a la plataforma, y un lastre unido al cabrestante a través del cable del lastre;

La Figura 6 es una descripción esquemática de un ejemplo de realización preferido de la jaula para peces de la presente invención: (a) flotando en la superficie del agua; y (b) sumergida utilizando un modo "pasivo";

La Figura 7 es una descripción esquemática de un ejemplo de realización preferido de la jaula para peces de la presente invención: (a) flotando en la superficie del agua; y (b) sumergida utilizando un modo "activo";

La Figura 8 es una vista esquemática de una boya de ancla de flotabilidad variable según la presente invención.

Descripción de los ejemplos de realización preferidos

La presente invención es de un sistema de piscicultura que puede utilizarse para criar peces en un cuerpo de agua de virtualmente cualquier profundidad, particularmente aguas profundas en los mares abiertos, y que ofrece la habilidad de sumergir una jaula para peces a virtualmente cualquier profundidad deseada a una velocidad controlada. Los principios y operación de un sistema según la presente invención podrán entenderse mejor con referencia a los dibujos y la descripción que acompaña.

Refiriéndonos ahora a los dibujos, la Figura 3 ilustra un sistema típico según la presente invención. El sistema incluye una jaula para peces (200) de cualquier tamaño y dimensión adecuados, incluyendo, pero no limitado a, los diseños del sistema de la técnica anterior mostrados en las figuras 1 y 2, así como muchos otros. Preferiblemente, la jaula para peces (200) incluye un número de cámaras adyacentes (202) de igual altura, y con una sección transversal horizontal (sustancialmente paralela a la superficie del agua) de cualquier forma geométrica. La jaula para peces en la Figura 3 es mostrada incluyendo nueve de tales cámaras rectangulares marcadas desde la A a la I (I siendo la cámara central que, como se explica a continuación, puede ser cubierta y por lo tanto no servir como cámara de crianza). Respecto de otras posibles secciones transversales de cámara, la Figura 4 muestra jaulas para peces con nueve cámaras con secciones transversales en la forma de: (a) cuadrados; (b) círculos; (c) hexágonos; y (d) octógonos. Otras formas son por supuesto posibles, y están omitidas aquí sólo por cuestiones de simplicidad. Típicamente, la jaula (200) y las cámaras (202) están hechas de metal, plástico duro o cualquier otra estructura de celosía material con miembros horizontales (204) y miembros verticales (206). Los miembros (204) y (206) no están mostrados en detalle en los ejemplos de realización de la Figura 4, sin embargo, se entiende que existen y que son preferiblemente similares a los de la Figura 3. En

la celosía está sobreimpuesta una red (208) (mostrada parcialmente) de un tamaño de malla adecuado que permite al agua fluir libremente entre las cámaras pero no permite a los peces dentro de las cámaras escapar. Los miembros (204) y (206) son típicamente tubos huecos, preferiblemente de acero, aluminio o plástico duro, más preferiblemente provistos con medios de control separados para la introducción y liberación de aire, siendo así capaces de servir como elementos de flotabilidad. Preferiblemente, la cámara central en cada una de las estructuras mostradas en la Figura 4 está cubierta por una plataforma de trabajo (210). La plataforma (210) sirve típicamente como área central para actividades tales como mantenimiento, reparaciones y alimentación de los peces. En un ejemplo de realización preferido del sistema mostrado en la Figura 5, la plataforma (210) sirve de estructura de soporte para medios para alternativamente acortar y alargar la longitud efectiva de un cable de lastre (212), tales medios siendo preferiblemente un mecanismo adecuado de cabrestante (214). El mecanismo de cabrestante (214) puede ser operado por un motor eléctrico, neumático, hidráulico o cualquier otro motor impermeable. Más preferiblemente, el mecanismo (214) es un mecanismo de tipo "Windlass", en cuyo caso parte del cable del lastre (212) puede ser almacenado en un almacén de cable (213). El mecanismo (214) será nombrado a partir de ahora como cabrestante (214). La plataforma (210) puede estar realizada en cualquier material adecuado que pueda soportar el ambiente marino subacuático durante periodos extensos de tiempo, por ejemplo acero, aluminio o placa o malla de plástico duro. En lugar de estar montado en la plataforma (210), el cabrestante (214) también puede ser unido a la jaula (200) directamente, por ejemplo a través de vigas rígidas conectadas entre los miembros horizontales (204), sin la plataforma (210) estando presente. Sin embargo, la presencia de la plataforma (210) favorece el acceso al cabrestante (214) y simplifica su operación. El acceso a áreas en la parte superior de las cámaras (202) que no están contiguas con la plataforma (210) puede estar provisto mediante estructuras de tipo de plancha adicionales (no mostradas) dispuestas encima de las cámaras (202) y conectadas a la plataforma (210).

En la Figura 5, un lastre (216) es mostrado unido a un extremo del cable del lastre (212). El lastre (216) puede ser de cualquier diseño adecuado y puede contener sólido y/o líquido y/o gas. El término "cable" tal y como se utiliza aquí debe entenderse que incluye cables, cadenas, cuerdas y similares realizados en varios materiales y diseños, con la condición de que sean adecuados para los objetivos descritos aquí. La flotabilidad de la jaula (200) es controlable y cambiante, preferiblemente introduciendo y eliminando aire o agua en los miembros verticales de flotabilidad (206) de un modo mostrado por ejemplo en la Patente de Estados Unidos 5,655,938 y las referencias allí expresadas. Alternativamente, un lastre de flotabilidad variable del tipo descrito en la Patente de Estados Unidos 5,412,903 puede proveer la flotabilidad controlable y cambiante requerida para sumergir y reflotar la jaula (200), en cuyo caso la flotabilidad de la jaula (200) en sí misma puede ser fijada. La "flotabilidad variable" atribuida a un lastre significa que el peso del lastre (que siempre tiene una flotabilidad negativa) puede ser cambiada mediante, por ejemplo, la introducción o la eliminación de aire. Cuando la flo-

tabilidad del sistema de piscicultura es dirigido hacia arriba, al menos la porción superior de la jaula (200) flota en la superficie del agua o algo por encima de ella, tal y como se muestra en las Figuras 6a y 7a, que es la condición normal para la elevación de los peces.

La jaula (200) puede ser sumergida cuando se desee en una de las dos preferidas formas o modos, referidas en adelante como modo "pasivo" y modo "activo". La Figura 6 muestra el modo "pasivo". En un primer paso mostrado en la Figura 6a, el cable de lastre (212) en principio es permitido alargarse, preferiblemente a una velocidad controlada, mediante, por ejemplo, la liberación de un mecanismo de freno en el cabrestante (214) localizado en la plataforma (210). El peso del lastre (216), que estira del cable de lastre (212) fuera del cabrestante (214), provoca que el cable del lastre (212) se alargue a medida que el lastre (216) va cada vez a mayor profundidad. Cuando la longitud efectiva del cable del lastre (212) alcanza un valor predeterminado, aproximadamente igual a la distancia vertical que la jaula sumergida asumirá al fondo del mar (218) cuando el lastre (216) esté en el fondo (218), el cable del lastre (212) es cerrado mediante, por ejemplo, el enganche del mecanismo de freno en el cabrestante (214). La flotabilidad hacia arriba de la jaula (200) es entonces reducida de modo ligero y controlado mediante, por ejemplo, liberando aire de uno o más de los miembros verticales (206) a través de válvulas unidas a sus extremos superiores, a los que existe un acceso fácil desde la plataforma de trabajo (210) a través de las planchas (no mostradas). Los miembros (206) típicamente tienen fondos abiertos a través de los cuales puede entrar el agua cuando se libera el aire en la parte superior, reduciendo la flotabilidad hasta que el peso del lastre (216) es suficiente para producir la sumersión de la jaula (200). La liberación de aire es entonces detenida. Un segundo paso del modo "pasivo" mostrado en la Figura 6b en el que la jaula (200) es sumergida entonces ocurre. Preferiblemente, la sumersión tiene lugar a una velocidad lenta con el fin de minimizar o eliminar el daño a las estructuras y a los peces. La sumersión de la jaula (200) continúa mientras que el lastre (216) ejerza fuerza sobre la jaula (200). Tan pronto como el lastre (216) toca el fondo (218) estas fuerzas son eliminadas y la jaula (200) deja de moverse hacia abajo, quedando así sumergida a una profundidad elegida, tal y como se muestra en la Figura 6b.

La activación del cabrestante (214), incluyendo la liberación y el cierre del freno mencionado anteriormente es facilitada mediante un mecanismo de activación definido a continuación. Por ejemplo, con el fin de flotar la jaula (200) de nuevo a la superficie, el cabrestante (214) puede ser activado mediante señales o entradas de control remoto, transmitidas desde un mando a distancia (no mostrado) posicionado encima del agua, a través de medios de comunicación por cable o sin cable, al cabrestante sumergido. Un ejemplo de medios por cable es un conducto de comunicación y control (220) funcionalmente conectado (por ejemplo eléctricamente) en uno de sus extremos al cabrestante (214), y en su otro extremo al mando a distancia, el cual está unido a, o contenido en, un dispositivo auxiliar de flotación, por ejemplo una boya (222). El conducto (220) y la boya (222) son mostrados en la Figura 6 b. El mando a distancia puede incluir transmisores y medios electrónicos necesarios para transmitir ordenes al cabrestante (214), sistemas

de diagnóstico para indicar el estado del cabrestante (214), un sistema de navegación por GPS, bombas y controles para sistemas hidráulicos con neumáticos, etc. Las entradas típicas pueden consistir en señales eléctricas o electrónicas, circulación de aceite en un sistema hidráulico, aire comprimido para un sistema neumático, etc. El conducto (220) puede ser un tubo hueco cilíndrico de materiales adecuados tales como acero, caucho, nylon, plástico, etc., que típicamente contiene tubos de aire comprimido o hidráulicos y cables eléctricos, necesarios para activar un dispositivo de torsión tal como un motor hidráulico, neumático o eléctrico localizado en las proximidades, y conectado al cabrestante (214). El cabrestante (214) también puede ser activado mediante un dispositivo de torsión localizado cerca de él que no requiere una conexión física a la superficie del agua de, por ejemplo, tubos hidráulicos o neumáticos, y que puede recibir instrucciones mediante radio. Tal dispositivo puede ser por ejemplo un motor eléctrico suministrado con sus propias baterías, un motor neumático suministrado con cilindros de aire comprimido añadidos o más generalmente cualquier motor conectado a su propia fuente de energía adyacente. Tal motor entonces puede tener añadido receptores electrónicos permitiéndole recibir instrucciones por control remoto desde un mando a distancia, en cuyo caso el conducto (220) no es necesario y puede ser reemplazado por canales sin cable para transmisión sin cable de instrucciones. De este modo, el cabrestante (214) también puede ser activado mediante medios sin cable, que se conocen en la técnica. En la presente invención, el término "mecanismo activador" es utilizado como un término general para todos los medios necesitados para activar el cabrestante en las acciones de sumersión y reflotamiento, incluyendo el mando a distancia, el dispositivo de torsión y el conducto de comunicación o medios de comunicación sin cable tal y como se describe anteriormente.

En situaciones de emergencia cuando las señales de cable o sin cable no pueden alcanzarlo, o si se atasca, el cabrestante (214) hundido puede ser activado manualmente, por ejemplo mediante buzos. La activación del cabrestante (214) libera el cable de lastre (212), preferiblemente en un modo lento y controlado, y la jaula (200) entonces se eleva lentamente hacia la superficie del agua, debido a su flotabilidad ascendente, que no es afectada por el lastre (216), que continúa yaciendo en el fondo (218). Una vez que la jaula vuelve a la superficie del agua, se bombea aire en sus miembros (206) para aumentar la flotabilidad hasta el punto en el que supera el peso del lastre (216). Alternativamente (aunque menos preferiblemente, por que esto requiere suministrar aire al lastre hundido), si el lastre (216) tiene una flotabilidad variable y controlable como se describe en la patente de Estados Unidos 5,412,903, su flotabilidad puede ser aumentada ligeramente de modo que la flotabilidad de la jaula pueda superar el peso del lastre y del cable del lastre. El lastre (216) es entonces estirado hacia arriba lentamente a cualquier posición necesaria.

El modo activo de sumergir y elevar la jaula (200) es mostrado en la figura 7. En la Figura 7a, la jaula (200) flota en la superficie del agua. El cabrestante (214) es activado con la ayuda de un mecanismo activador, y el cable del lastre (212) es liberado lentamente hasta que el lastre (216) golpea el fondo (218). El cabrestante (214) es cerrado, y se sangra aire de uno o

más miembros (206), reduciendo ligeramente la flotabilidad hasta el punto en el que pueda superar el peso combinado de la jaula (200) y el cable de lastre (212) pero no el añadido del peso del lastre (216). El cabrestante (214) es ahora activado, de modo que la longitud del cable de lastre (212) es lentamente reducido. Tal y como se muestra en la Figura 7b, la jaula (200) es ahora lentamente sumergida, porque el lastre (216) permanece en el fondo (218) mientras que la jaula (200) está siendo estirada hacia él. Cuando la jaula (200) alcanza la profundidad requerida, el cabrestante (214) es desactivado y el cable del lastre (212) es cerrado. La jaula puede ser reflotada a la superficie siguiendo la misma secuencia de pasos descrita para el caso "pasivo" mencionado anteriormente. Nótese que en contraste con el sistema de Zemach *et al* en '903, en la presente invención la profundidad de la jaula (200) sumergida puede cambiarse fácilmente, activando remotamente el mecanismo activador, y a través de él, el cabrestante (214).

El sistema de la presente invención tal y como se muestra en las Figuras 3, 6 y 7 también incluye un sistema de amarre de punto único comprendiendo un ancla (300) conectada a través de un cable de ancla (302) a la jaula (200). Una boya de ancla (306) es conectada al cable de ancla (302). Una función de la boya (306) es indicar posición. La boya (306) se hunde junto con la jaula (200) cuando la jaula es sumergida. Otra función bastante importante de la boya (306) es absorber los impactos recibidos por la jaula (200) como resultado de cambios de tensión entre el cable (302) y la jaula (200) durante el mal tiempo. Otra función principal es soportar algo del peso del cable del ancla (302). Cuando la jaula (200) es sumergida, una parte que aumenta del cable del ancla (302) permanecerá en el fondo marino, y el cable (302) requerirá menos soporte de la boya (306). Si la flotabilidad de la boya (306) es fijada, la boya tenderá a elevarse en el agua más alto que la jaula (200), y existe el peligro de que se enrede con el conducto (220). La flotabilidad de la boya (306) deberá por lo tanto reducirse a medida que la profundidad de sumersión de la jaula (200) aumente. Según la presente invención, esto se consigue proveyendo una flotabilidad variable a la boya del ancla (306), como se muestra en mayor detalle en la Figura 8. La boya de "flotabilidad variable" (306) comprende dos secciones principales, una sección superior de flotabilidad fija (308), y una sección inferior de flotabilidad variable (310). Preferiblemente, la sección (308) tiene una estructura hueca convencional, rígida y de volumen fijo como es costumbre en la técnica, mientras que la sección (310), que está colocada debajo de la sección (308) unida a ella mediante cualquier medio de unión adecuado, tiene una estructura hueca flexible y de volumen variable. La sección (310) puede por ejemplo ser una bolsa hecha de caucho, plástico u otro material flexible e impermeable, que está normalmente llena de aire hasta una cierta presión, mientras que la boya (306) flota en la superficie, y que está colocada dentro de un recinto hueco rígido (330) que está remachado, soldado o conectado mediante cualquier otro medio adecuado a la sección (308). La sección (310), una vez llenada de aire, no puede extraerse o escapar del recinto (330).

Cuando la boya (306) se hunde, siendo estirada hacia abajo por la jaula que se sumerge, la presión que aumenta en la sección (310) comprime el aire dentro de ella, provocando que su volumen decrezca, por lo

tanto reduciendo su flotabilidad. La flotabilidad de la sección (310) y por lo tanto de la boya (306) disminuye con el aumento de la profundidad de sumersión, causando que la boya (306) permanezca más cerca de la jaula (200), evitando así el peligro de enredo mencionado anteriormente.

El sistema de amarre de punto único de la presente invención ofrece ventajas significativas adicionales sobre los sistemas de la técnica anterior, incluyendo ventajas sobre el sistema de amarre de punto único de la patente de Estados Unidos 5,412,903. Una ventaja significativa es que la jaula (200) estará siempre posicionada con las cámaras más cercanas a la boya de ancla (306) (cámaras A, B y H en las Figuras 3, 6 y 7) de cara a las corrientes entrantes o "corriente arriba", mientras que las cámaras más lejanas de la boya (306) (E, F y D) estarán "corriente abajo". Si las corrientes cambian de dirección, la jaula (200) simplemente rotará alrededor del punto de amarre para estar de cara a ellas con la cámara A. Esta direccionalidad de jaula "autoajustante" puede ser utilizada con gran ventaja, posicionando la población de peces según su tamaño, los peces más grandes en las cámaras más cercanas a la corriente entrante (por ejemplo cámara A), y los peces más pequeños en jaulas en el otro extremo diagonal (por ejemplo cámara E). Tal organización de la piscicultura ayuda grandemente en al menos tres aspectos: en primer lugar, los peces más grandes necesitan más oxígeno, que se encuentra en

mayor cantidad en las cámaras que están de cara a las corrientes entrantes; en segundo lugar, los peces más pequeños, que necesitan menos oxígeno también están más protegidos en las cámaras más lejanas de la corriente entrante; y en tercer lugar, una jaula amarrada en un punto único puede rotar alrededor de él en un radio casi tan grande como la longitud del cable del ancla (302), permitiendo que los residuos generados por los peces se extiendan sobre un área mayor, reduciendo así problemas potenciales que pueden aparecer por los residuos, tales como enfermedades.

El sistema de la presente invención también incluye un dispositivo de telemetría (320) conteniendo varios medios de telemetría, como dispositivos para la medición de temperatura, indicadores de profundidad, detectores acústicos, videocámaras, etc., que pueden ser unidos a una localización conveniente en la jaula (200), tal y como se muestra en la Figura 5, y que puede transmitir información a un usuario remoto posicionado fuera del agua mediante medios sin cable o con cable conocidos en la técnica.

Donde las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación estén seguidos por signos de referencia, esos signos de referencia han sido incluidos con el único objetivo de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones y de modo acorde, tales signos de referencia no tienen efecto limitador alguno sobre el ámbito de cada elemento identificado mediante ejemplo por tales signos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de piscicultura, comprendiendo:

- a. Una jaula para peces (200);
- b. Un mecanismo de cabrestante (214);
- c. Un lastre (216) teniendo un cable de lastre (212) de longitud variable, dicho lastre (216) estando conectado a dicho mecanismo de cabrestante (214) mediante dicho cable de lastre (212); y
- d. Un mecanismo activador para activar dicho mecanismo de cabrestante (214), dicho mecanismo activador por la presente definiendo una longitud efectiva de dicho cable de lastre (212),

caracterizado por el hecho de que dicho mecanismo de cabrestante (214) está unido a dicha jaula (200), por el hecho de que dicha jaula para peces (200) es de flotabilidad controlable, al menos una porción de dicha jaula para peces (200) estando localizada en la superficie del agua o por encima de ella cuando dicha flotabilidad supera la fuerza combinada ejercida por el peso de dicho sistema, y dicha jaula para peces (200) estando sumergida a una profundidad deseada debajo de la superficie del agua cuando dicha flotabilidad es reducida de modo controlable, dicha profundidad estando determinada por dicha longitud efectiva de dicho cable de lastre (212).

2. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha jaula para peces (200) incluye una pluralidad de elementos verticales de flotabilidad (206) para impartir dicha flotabilidad controlable.

3. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicho mecanismo activador incluye un motor capaz de recibir instrucciones sin cable, dicho motor funcionalmente conectado a dicho mecanismo de cabrestante (214).

4. El sistema de la reivindicación 2, dicho mecanismo activador comprendiendo además:

- a. Un conducto de comunicación y control (220) funcionalmente conectado en uno de sus extremos a dicho mecanismo de cabrestante (214);
- b. Un mando a distancia funcionalmente conectado a dicho conducto (220) en otro extremo de dicho conducto; y
- c. Un dispositivo flotador auxiliar (222) conteniendo dicho mando a distancia, por el que

dicho mando a distancia y dicho conducto (220) facilitan la activación de dicho mecanismo de cabrestante (214) cuando dicho mecanismo de cabrestante (214) es sumergido, y dicho dispositivo flotador auxiliar (222) impide que dicho mando a distancia se sumerja junto con dicho mecanismo de cabrestante (214).

5. El sistema de la reivindicación 2, en el que dicha jaula para peces (200) incluye al menos una cámara (202).

6. El sistema de la reivindicación 5, comprendiendo además, al menos una plataforma de trabajo (210) unida a dicha al menos una cámara (202), por el que dicho mecanismo de cabrestante (214) está montado

en dicha al menos una plataforma (210).

7. El sistema de la reivindicación 5, comprendiendo además un ancla (300) teniendo un cable de ancla (302) y conectado a dicha jaula (200) a través de dicho cable de ancla (302), y una boya de ancla (306) conectada a dicho cable de ancla (302).

8. El sistema de la reivindicación 7, en el que dicha boya de ancla (306) comprende una flotabilidad variable.

9. El sistema de la reivindicación 5, dicha al menos una cámara (202) comprendiendo una sección transversal seleccionada del grupo que comprende cuadrado, redondo, hexagonal u octogonal, dicha sección transversal yaciendo en un plano sustancialmente paralelo a la superficie del agua.

10. El sistema de la reivindicación 8, comprendiendo además un dispositivo de telemetría (320) unido a dicha jaula para peces (200).

11. Un sistema de piscicultura, comprendiendo:

- a. Una jaula para peces (200) de flotabilidad fijada;
- b. Un mecanismo de cabrestante (214);
- c. Un lastre de flotabilidad variable (216) teniendo un cable de lastre (212) de longitud variable, dicho lastre (216) estando conectado a dicho mecanismo de cabrestante (214) mediante dicho cable de lastre (212); y
- d. Un mecanismo activador para activar dicho mecanismo de cabrestante (214), dicho mecanismo activador por lo tanto definiendo una longitud efectiva de dicho cable de lastre (212),

en que al menos una porción de dicha jaula para peces (200) está localizada en la superficie del agua o por encima de ella cuando dicha flotabilidad fijada de dicha jaula (200) supera la fuerza combinada ejercida por el peso de dicho sistema, y dicha jaula para peces (200) es sumergida a una profundidad deseada debajo de la superficie del agua cuando la flotabilidad de dicho lastre de flotabilidad variable (216) es reducida controlablemente, **caracterizado** por el hecho de que dicho mecanismo de cabrestante (214) es unido a dicha jaula (200) y en que dicha profundidad es determinada por dicha longitud efectiva de dicho cable de lastre (212).

12. Un método para sumergir y reflotar de manera controlada un sistema de piscicultura en aguas profundas, comprendiendo:

- a. Proveyendo una jaula para peces (200) de flotabilidad controlable, dicha jaula para peces (200) incluyendo al menos una cámara (202);
- b. Uniendo un mecanismo de cabrestante (214) a dicha jaula (200);
- c. Conectando un lastre (216) teniendo un cable de lastre (212) de longitud variable a dicho mecanismo de cabrestante (214) a través de dicho cable de lastre (212);
- d. Activando dicho mecanismo de cabrestante (214) para cambiar la longitud efectiva de dicho cable de lastre (212); y

- e. Cambiando dicha flotabilidad de dicha jaula para peces (200), por lo que

al menos una porción de dicha jaula para peces (200) flota en la superficie del agua o por encima de ella cuando dicha flotabilidad supera la fuerza combinada ejercida por el peso combinado de dicho sistema, y por lo que dicha jaula para peces (200) es sumergida a una profundidad deseada debajo de la superficie del agua cuando dicha flotabilidad es reducida de modo controlable, dicha profundidad determinada por dicha longitud efectiva de dicho cable de lastre (212).

13. El método de la reivindicación 12, dicho paso activador incluyendo el uso de la transmisión sin cable de instrucciones.

14. El método de la reivindicación 12, dicho paso activador comprendiendo además:

- a. Conectando funcionalmente un conducto de comunicación y control (220) en uno de sus extremos a dicho mecanismo de cabrestante (214);
- b. Conectando funcionalmente un mando a distancia a otro extremo de dicho conducto (220);
- c. Uniendo dicho mando a distancia a un dis-

positivo flotador auxiliar (222) para impedir que dicho mando a distancia se sumerja y

- d. Transmitiendo entradas de control de dicho mando a distancia a través de dicho conducto (220) a dicho mecanismo de cabrestante (214) para activar dicho mecanismo de cabrestante (214).

15. El método de la reivindicación 12, comprendiendo además:

- a. Uniendo una plataforma (210) a dicha jaula (200); y
- b. Montando dicho mecanismo de cabrestante (214) en dicha plataforma (210).

16. El método de la reivindicación 15, comprendiendo además:

- a. Conectando un ancla (300) a dicha jaula (200) a través de un cable de ancla (302); y
- b. Conectando una boya de flotabilidad variable (306) a dicho cable de ancla (302).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

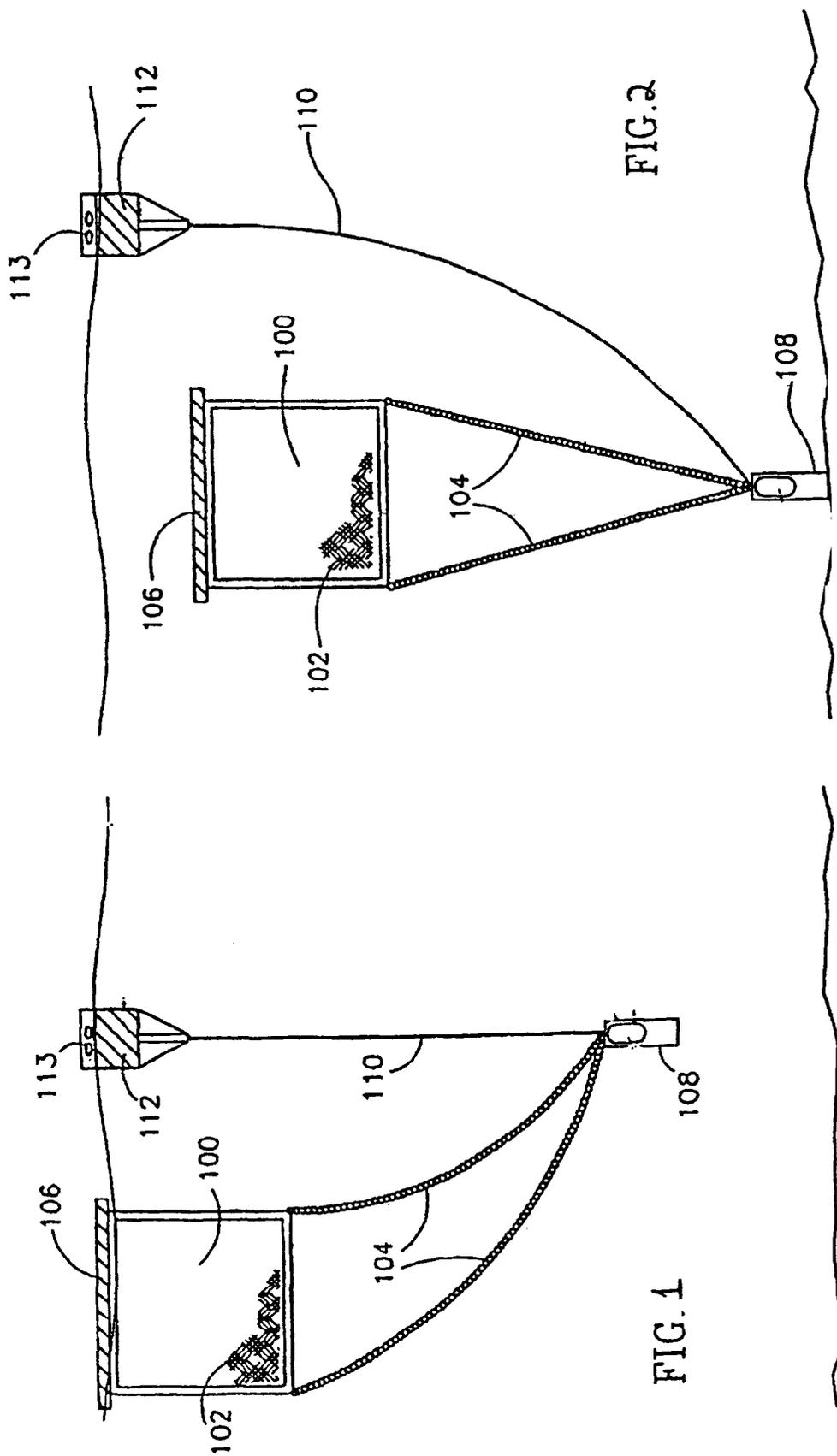


FIG. 2

FIG. 1

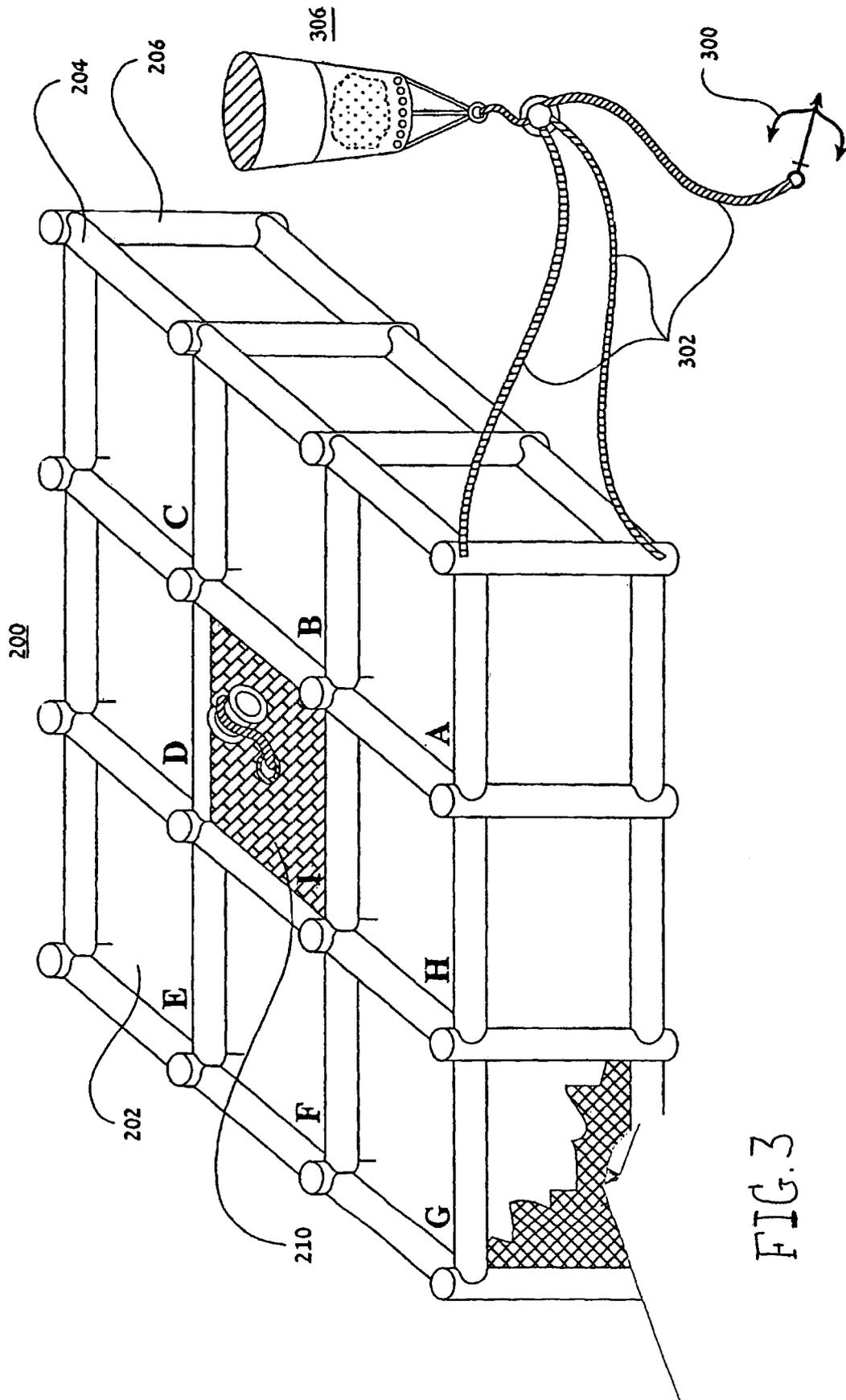


FIG.3

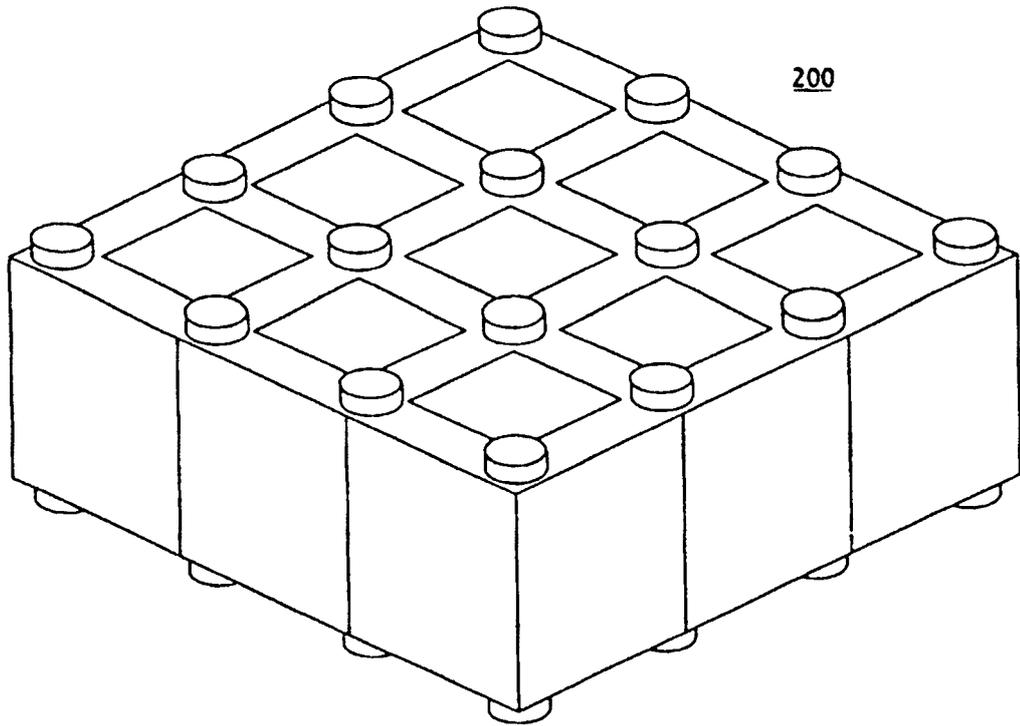


FIG.4a

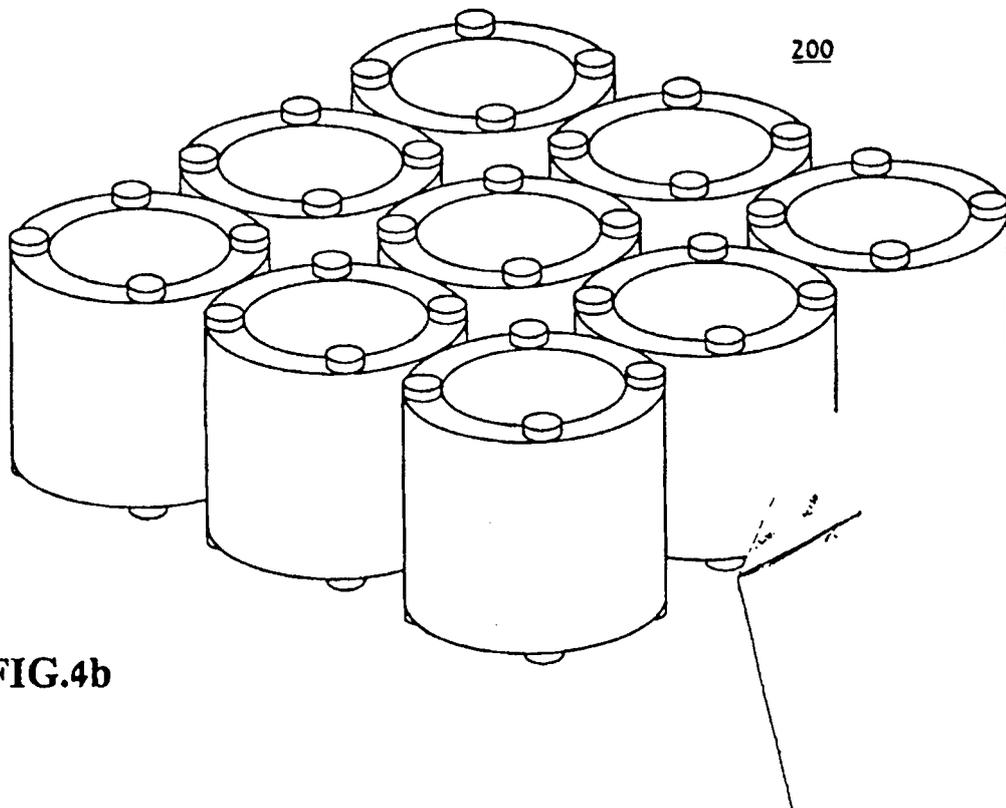
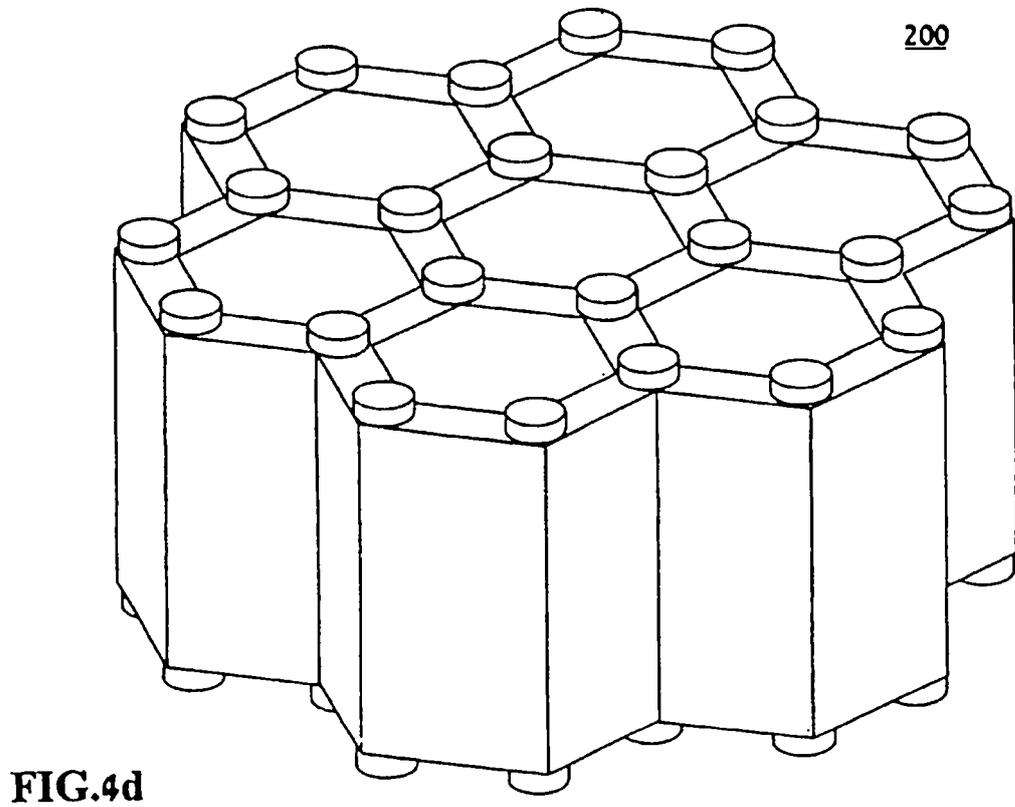
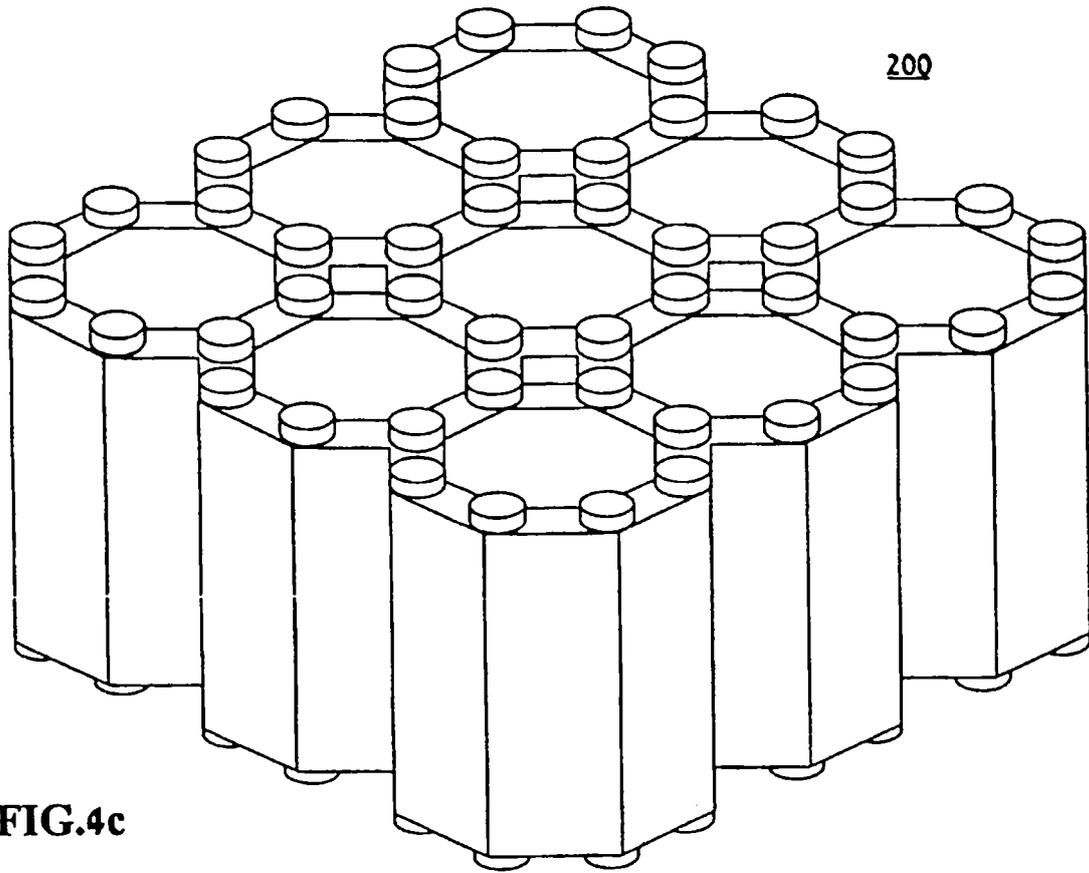


FIG.4b



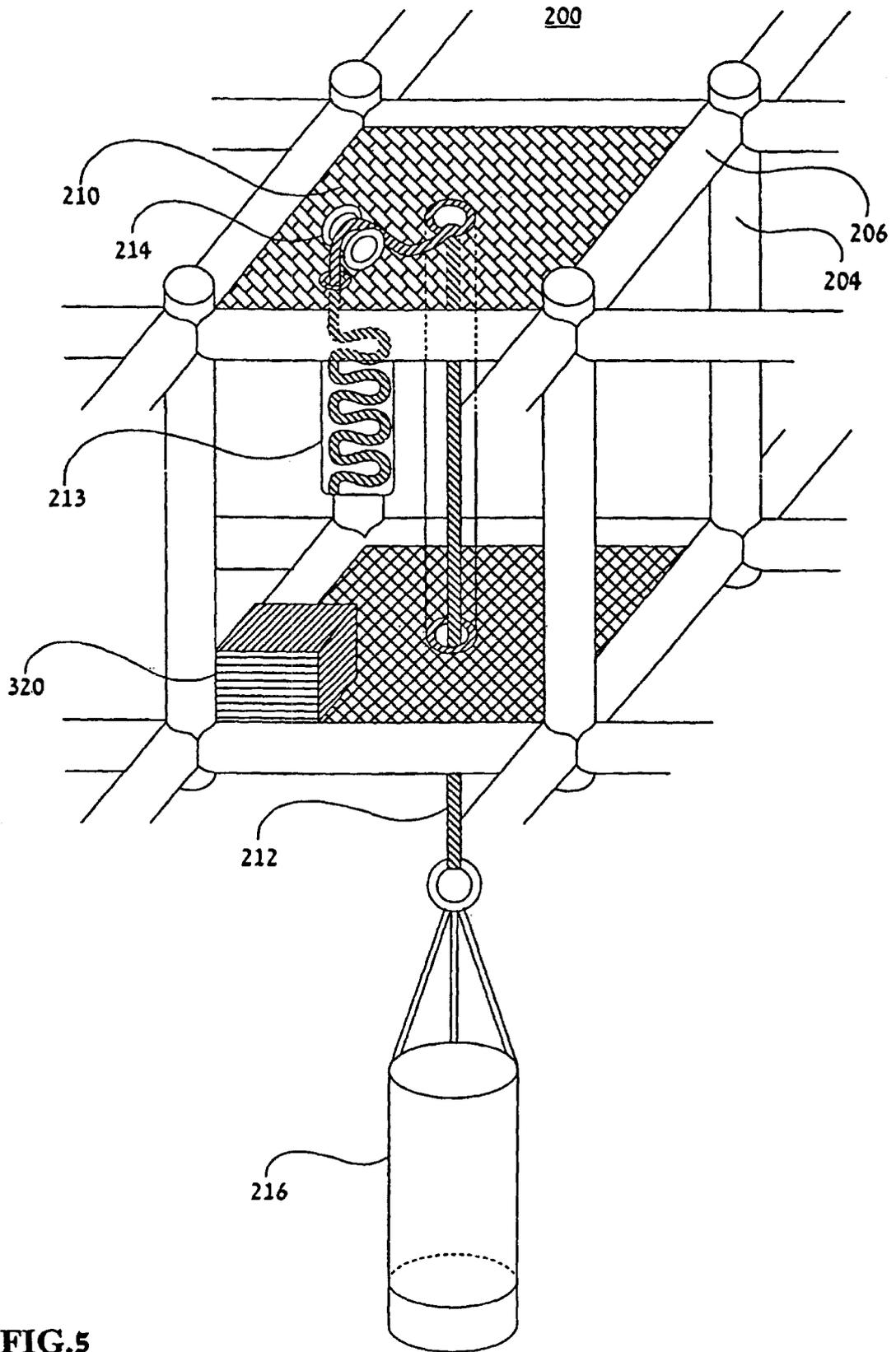
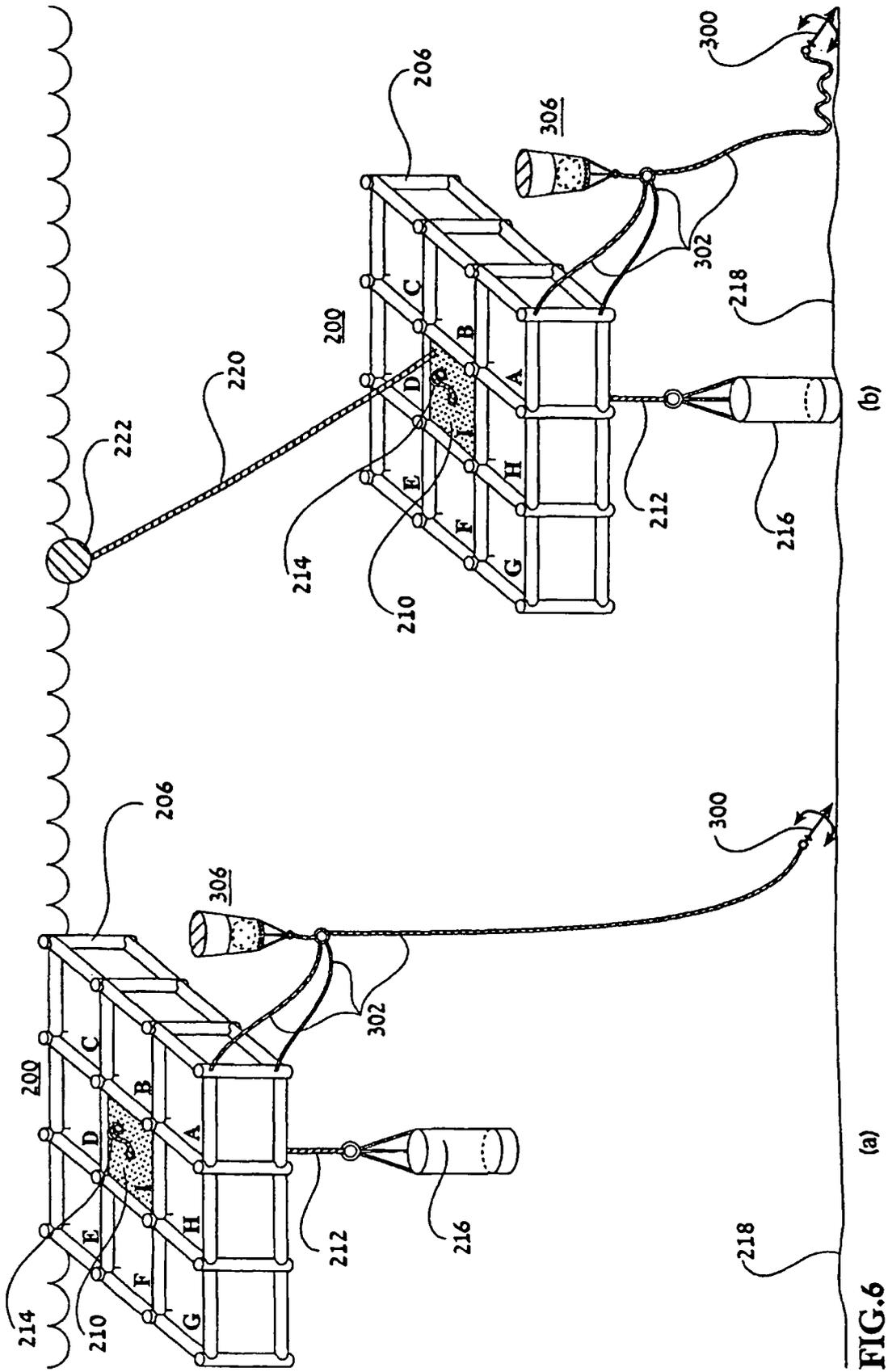


FIG.5



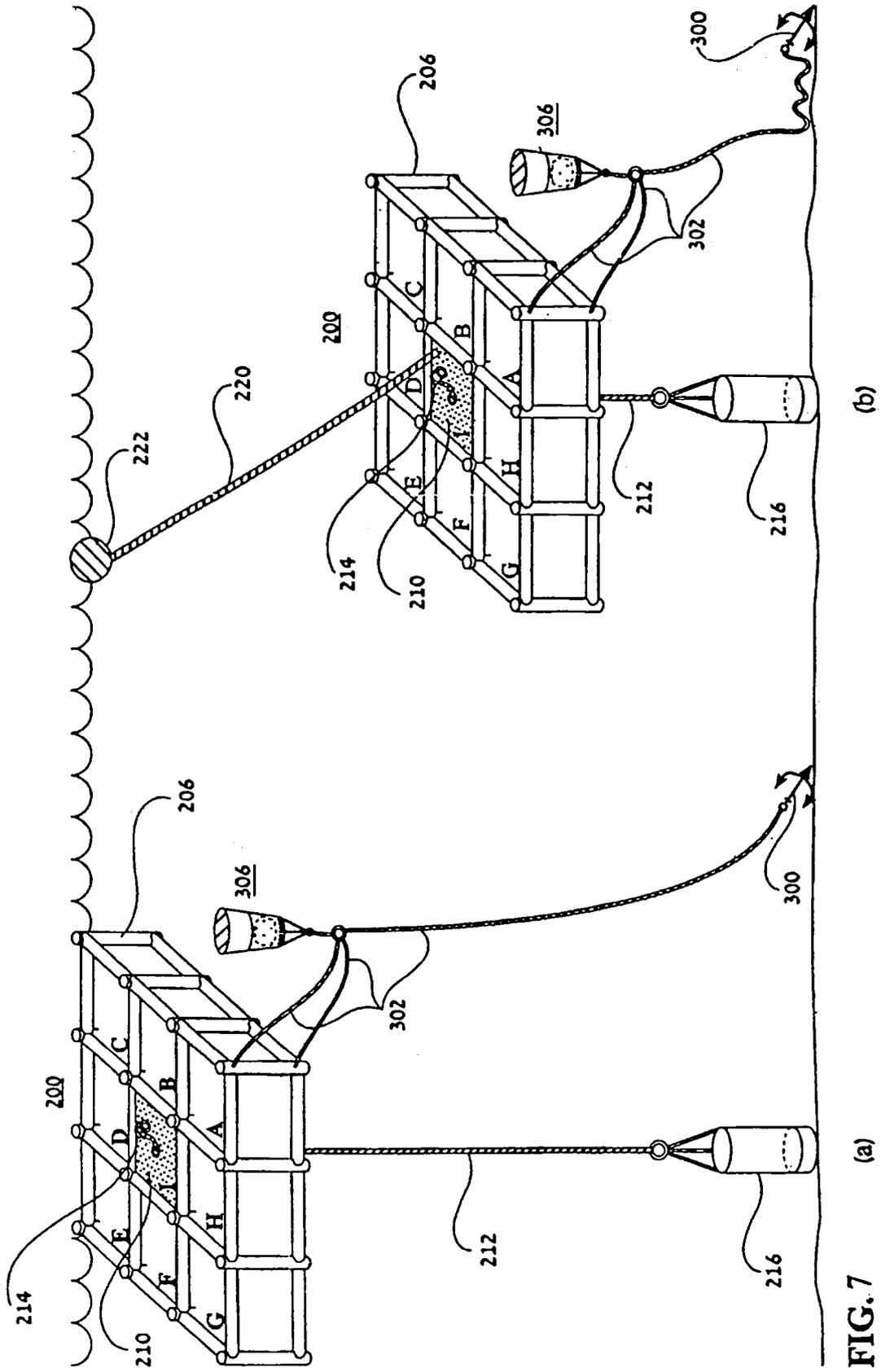


FIG. 7 (a)

(b)

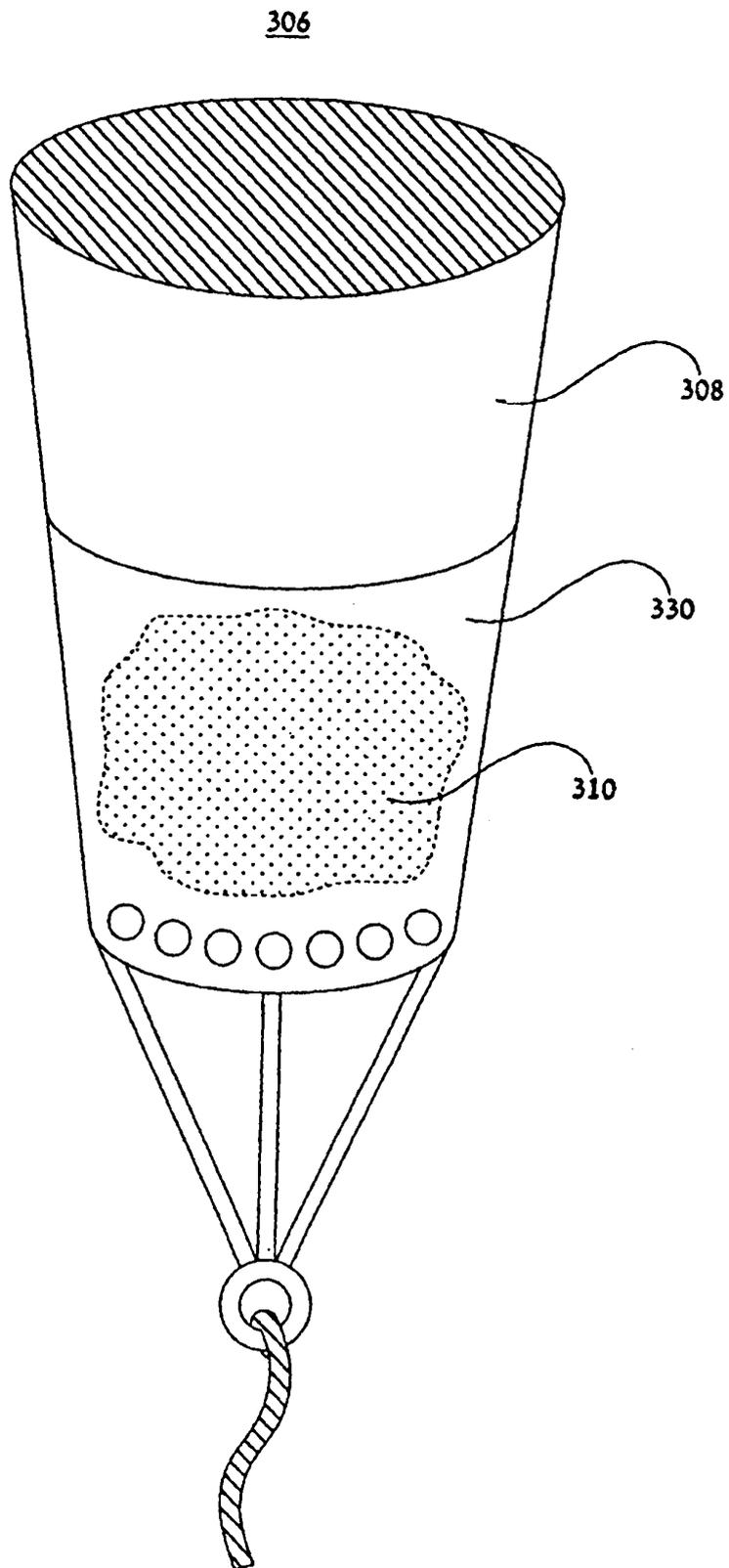


FIG.8