

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 466**

51 Int. Cl.:

**B63J 4/00** (2006.01)

**C02F 1/32** (2006.01)

**C02F 1/36** (2006.01)

**C02F 1/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2010 E 10823074 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2412627**

54 Título: **Sistema de tratamiento de agua de lastre**

30 Prioridad:

**16.10.2009 KR 20090098906**

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

**24.03.2014**

73 Titular/es:

**WUXI BRIGHTSKY ELECTRONIC CO., LTD  
(100.0%)**

**Luoshe Huishan  
Wuxi, Jiangsu 214187, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, LINXING y  
OH, JONG HWAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 450 466 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 tratamiento de agua de lastre

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento de agua, en particular a un sistema de tratamiento de agua de lastre.

**10 Antecedentes de la invención**

Para buques grandes, a fin de mantener su equilibrio durante la navegación, se tiene que almacenar un volumen apropiado de agua marina en el tanque de lastre en el fondo del buque. El agua marina o el agua fresca almacenada en el tanque de lastre para mantener el equilibrio del buque es conocida como agua de lastre.

15 Habitualmente, el agua de lastre se almacena en el tanque de lastre cerca del puerto de embarque y después de una travesía se descarga del tanque de lastre en el área próxima a la costa cerca del puerto de destino.

20 Sin embargo, el agua de lastre cargada en el tanque de lastre del buque en el área próxima a la costa cerca del puerto de embarque contiene una diversidad de microbios que viven en el área o limo próximo a la costa y, por tanto, el agua de lastre contaminará el entorno próximo a la costa cerca del puerto de destino cuando se descargue.

25 Para resolver el problema se adopta un tratado para la regulación y el tratamiento de agua de lastre de buques y sedimentos (denominado en lo sucesivo en el presente documento "Tratado para Agua de Lastre") y el mismo especifica el estándar de descarga de agua de lastre. Se prohíbe descargar agua de lastre si no se cumple el estándar de descarga.

30 Para cumplir con el estándar de descarga de agua de lastre se ha realizado una diversidad de propuestas para la instalación de un sistema de tratamiento de agua de lastre en un buque. La Solicitud de Patente Coreana Nº 10-0743946, titulada "Apparatus for Purifying Ballast Water and Ship Mounted the Same" describe un método en el que el agua de lastre almacenada en el tanque se trata con un aparato de filtración durante el almacenamiento y el agua de lastre se esteriliza con un aparato de esterilización antes de que se descargue, es decir, se eliminan mediante filtración materiales de partícula grande con el aparato de filtración, y después una diversidad de organismos o microbios planctónicos se esterilizan con irradiación UV con el equipamiento de esterilización.

35 Los actuales sistemas de tratamiento de agua de lastre montados dentro de buques no son altamente fiables y sus efectos de esterilización y purificación no son ideales. Por lo tanto, el agua de lastre continúa contaminando el entorno próximo a la costa del puerto de destino.

40 El documento DE 10 2006 027 459 A1 desvela una planta de tratamiento de agua para purificar líquido contaminado mediante un elemento de filtro que comprende un recipiente presurizado con una entrada para el líquido contaminado, una centrífuga con una entrada y una salida para el agua en bruto en la que se separan los elementos de mayor masa, un dispositivo ultrasónico para la expulsión del agua en bruto y un dispositivo de procesamiento con luz UV en el que el agua en bruto se irradia con luz ultravioleta.

45 El documento japonés JP 2005-021814 A se refiere a un aparato para tratar agua de lastre que está compuesto de un sistema de toma de agua compuesto de un sistema de succión de agua marina fuera borda, sistemas de succión de agua marina de tanque, una bomba de lastre, un sistema de ramificación/transporte de agua, un primer sistema de agua de lastre a ser usado junto con un sistema de transporte de agua, un segundo sistema de agua de lastre, un sistema de agua tratada compuesto de un sistema de descarga de agua marina, un primer sistema de transporte de agua de tanque, un segundo sistema de transporte de agua de tanque, un sistema de ramificación/transporte de agua y una unidad de tratamiento ultrasónico equipada con una pluralidad de generadores de ondas ultrasónicas.

50 Además, el documento EP 0 292 470 A1 desvela un proceso para la floculación, precipitación, aglomeración o coagulación de constituyentes o microorganismos disueltos, disueltos coloidalmente, suspendidos o emulsionados en líquidos y un aparato para llevar a cabo el método. El aparato comprende un tanque que recibe el líquido a limpiar y está provisto de un transductor ultrasónico que emite el reflejo ultrasónico a una superficie opuesta.

**Sumario de la invención**

60 Para superar los inconvenientes de la técnica anterior, el objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de tratamiento de agua de lastre que tenga una alta fiabilidad y que pueda conseguir eficazmente la esterilización del agua de lastre que fluye al interior del buque y, por lo tanto, pueda evitar la contaminación resultante de la descarga de agua de lastre.

65

Para resolver el anterior problema, el sistema de tratamiento de agua de lastre proporcionado en la presente invención comprende un separador centrífugo, un esterilizador ultrasónico y un esterilizador por ultravioleta en el que:

5 el separador centrífugo está diseñado para separar grandes partículas de materias extrañas en el agua de lastre por separación por fuerza centrífuga mediante diferencia de densidad;

el esterilizador ultrasónico está dispuesto en la parte posterior del separador centrífugo y está diseñado para conseguir la esterilización ultrasónica para el agua de lastre en el separador centrífugo;

10 el esterilizador ultrasónico comprende una tubería que se usa para la esterilización del agua de lastre y una unidad de irradiación ultrasónica que lleva a cabo la irradiación ultrasónica para el agua de lastre en la tubería;

15 el esterilizador por ultravioleta está diseñado para conseguir la esterilización el agua de lastre en el esterilizador ultrasónico mediante irradiación ultravioleta.

En esto, la unidad de irradiación ultrasónica comprende: un vibrador ultrasónico que genera vibración ultrasónica y una placa vibratoria que está montada en el extremo delantero del vibrador ultrasónico y está diseñada para transferir la onda ultrasónica generada por el vibrador ultrasónico al agua de lastre en la tubería.

20 En esto, una pluralidad de placas vibratorias están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la tubería para la esterilización y están montadas a lo largo de la circunferencia de la tubería para la esterilización y cada placa vibratoria comprende una pluralidad de vibradores ultrasónicos en la dirección longitudinal de la placa vibratoria.

25 En esto, el vibrador ultrasónico comprende vibradores de alta frecuencia y vibradores de baja frecuencia que están montados de manera alterna en dirección longitudinal de la placa vibratoria.

En esto, para transferir la onda ultrasónica en la tubería para la esterilización, una malla de metal con forma de rollo que es tangencial a la placa vibratoria está montada en la tubería para la esterilización.

30 En esto, un material acústico está montado en el interior del esterilizador ultrasónico y una cubierta protectora que envuelve a los vibradores ultrasónicos está montada en el lado exterior de la tubería para la esterilización.

35 En esto, el diámetro de la tubería de descarga del separador centrífugo aumenta gradualmente y el caudal del fluido aumenta, por esto aumenta la fuerza centrífuga.

En esto, una cubierta protectora para la unidad de irradiación ultrasónica está montada sobre el esterilizador ultrasónico.

40 En esto, el equipamiento de esterilización por ultravioleta está equipado además con una placa de cubierta resistente a explosiones.

Como se ha descrito anteriormente, en la presente invención, con una combinación razonable de separador centrífugo, esterilizador ultrasónico y esterilizador por ultravioleta se puede esterilizar de manera eficaz el agua de lastre en el buque, a fin de evitar una diversidad de contaminaciones marinas relacionadas con la descarga del agua de lastre. Por lo tanto, el sistema de tratamiento de agua de lastre previsto en la presente invención tiene una alta fiabilidad.

### Descripción de los dibujos

50 La Figura 1A y la Figura 1B son diagramas de sistema de la realización 1 del sistema de tratamiento de agua de lastre previsto en la presente invención;

55 La Figura 2 es un diagrama de flujo de fluido cuando fluye agua de lastre al interior del tanque de lastre basándose en la Figura 1A y la Figura 1B;

La Figura 3 es un diagrama de flujo de fluido cuando se descarga agua de lastre basándose en la Figura 1A y la Figura 1B;

60 La Figura 4A y la Figura 4B son diagramas 3D de componentes principales del sistema de tratamiento de lastre mostrado en la Figura 1A y la Figura 1B;

La Figura 5A y la Figura 5B son vistas frontales de la Figura 4A y la Figura 4B;

65 La Figura 6 es un diagrama 3D del separador centrífugo mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B;

La Figura 7 es un diagrama esquemático del funcionamiento de la Figura 6;

La Figura 8 es un diagrama esquemático 3D de la estructura 1 del esterilizador ultrasónico mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B;

5 La Figura 9A y la Figura 9B son vistas de sección longitudinal de la Figura 8;

La Figura 10 es una vista en planta de la Figura 8;

10 La Figura 11A y la Figura 11B son diagramas 3D de la Figura 8, con la cubierta protectora retirada;

La Figura 12 es un diagrama esquemático 3D de la estructura 2 del esterilizador ultrasónico mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B;

15 La Figura 13A y la Figura 13B son vistas frontales del esterilizador por ultravioleta mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B;

La Figura 14 muestra la malla de metal dispuesta en el esterilizador ultrasónico para transferir más eficazmente la onda ultrasónica;

20 La Figura 15 es un diagrama de sistema de la realización 2 del sistema de tratamiento de agua de lastre previsto en la presente invención;

La Figura 16 es una vista frontal del esterilizador por ultravioleta mostrado en la Figura 15;

25 La Figura 17 es una vista de sección longitudinal del esterilizador ultrasónico resistente a explosiones;

La Figura 18 es una vista frontal del esterilizador ultrasónico resistente a explosiones.

30 **< Descripción de los símbolos >**

10	bomba de agua	20	tanque de lastre
100	separador centrífugo	200	esterilizador ultrasónico
210	tubería para esterilización	220	unidad de irradiación ultrasónica
221	vibrador ultrasónico	222	placa vibratoria
230	cubierta protectora	231	material acústico
240	malla de metal	241~246	placa vibratoria superior
251, 252, 256	placa vibratoria inferior	261	cubierta protectora resistente a explosiones para vibrador ultrasónico
300	esterilizador por ultravioleta		

**Descripción detallada de las realizaciones**

35 Para que los expertos en la materia implementen la presente invención, se describirán con detalle más adelante las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, se debe entender que la presente invención se puede implementar de formas diferentes y no está limitada a las realizaciones descritas aquí. Además, para la ilustración clara de los dibujos se omiten las partes que son innecesarias para la descripción y los mismos símbolos de los dibujos se refieren a partes similares a lo largo de toda la memoria descriptiva.

40 Aunque la presente invención se describe con detalle con referencia a algunas realizaciones, esas realizaciones no tienen por objeto limitar la presente invención. Los expertos en la materia pueden realizar modificaciones en el esquema técnico descrito en las realizaciones o realizar sustituciones equivalentes de algunos elementos técnicos de las realizaciones. Sin embargo, se debe considerar que cualquier modificación, sustitución equivalente o mejora de las realizaciones sin apartarse del espíritu y el principio de la presente invención queda incluida en el alcance protegido de la presente invención.

45 Para hacer más eficaz la composición del sistema de tratamiento de agua de lastre, el esterilizador ultrasónico y el esterilizador por ultravioleta, que son componentes del sistema de tratamiento de agua de lastre, se constituyen con dos modelos en la memoria descriptiva de la presente invención.

**Realización 1**

55 La Figura 1A y la Figura 1B son diagramas de sistema de la realización 1 del sistema de tratamiento de agua de lastre previsto en la presente invención. Como se muestra en la Figura 1A y en la Figura 1B, el sistema de

tratamiento de agua de lastre comprende: una bomba de agua (10), un tanque de lastre (20), un separador centrífugo (100), un esterilizador ultrasónico (200) y un esterilizador por ultravioleta (300).

5 La Figura 2 es un diagrama de flujo de fluido cuando fluye agua de lastre al interior del tanque de lastre basándose en la Figura 1A y la Figura 1B. Como se muestra en la Figura 2, el proceso de cargar agua de lastre en el interior del tanque de lastre (20) es del siguiente modo: el agua de lastre fluye al interior del tanque de lastre (20) a través de la bomba de agua (10), el separador centrífugo (100), el esterilizador ultrasónico (200) y el esterilizador por ultravioleta (300).

10 La Figura 3 es un diagrama de flujo de fluido cuando el agua de lastre se descarga basándose en la Figura 1A y la Figura 1B. Como se muestra en la Figura 3, el proceso de descarga de agua de lastre del tanque de lastre (20) es del siguiente modo: el agua de lastre se descarga al exterior desde el tanque de lastre (20) a través de la bomba de agua (10), el esterilizador ultrasónico (200) y el esterilizador por ultravioleta (300).

15 En el sistema de tratamiento de agua de lastre previsto en la presente invención, el agua de lastre fluye a través del separador centrífugo (100) cuando se lastra, pero no fluye a través del separador centrífugo (100) cuando se descarga, ya que se ha tratado mediante separación por fuerza centrífuga.

20 La Figura 4A y la Figura 4B son diagramas 3D de componentes principales de la Figura 1A y la Figura 1B; la Figura 5A y la Figura 5B son vistas frontales de la Figura 4A y la Figura 4B. Como se muestra en la Figura 4A, la Figura 4B, Figura 5A y la Figura 5B, la estructura principal del sistema es una estructura en la que el separador centrífugo (100), el esterilizador ultrasónico (200) y el esterilizador por ultravioleta (300) están dispuestos secuencialmente en la dirección del flujo del fluido como se muestra en la Figura 4A, la Figura 4B, la Figura 5A y la Figura 5B.

25 La Figura 6 es un diagrama 3D del separador centrífugo mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B. Como se muestra en la Figura 6, el separador centrífugo (100) en esta realización es un separador centrífugo de ciclón.

30 El separador centrífugo (100) está diseñado para separar partículas grandes de materias extrañas del agua de lastre mediante separación por fuerza centrífuga por medio de diferencia de densidad cuando el agua de lastre fluye al interior del tanque de lastre.

35 Es decir, cuando el agua de lastre fluye al interior del tanque de lastre a través del separador centrífugo (100), rota en el separador centrífugo (100) y, por lo tanto, se genera fuerza centrífuga en el agua en rotación; como resultado las partículas de alta densidad se acumulan en la pared interna cónica y se descargan al exterior a través del vértice del cono. Después de que se haya separado las partículas de alta densidad, el agua de lastre fluye al exterior desde la parte superior del separador centrífugo (100) y después fluye al siguiente proceso, es decir, el esterilizador ultrasónico (200).

40 La Figura 7 es un diagrama esquemático de funcionamiento de la Figura 6. Como se muestra en la Figura 7, el diámetro (D1, D2) de la tubería de descarga (110) aumenta gradualmente de D1 a D2, de tal manera que el agua de lastre que rota en el interior fluye más rápidamente. Este diseño es para aumentar la fuerza centrífuga del agua de lastre (distancia centro x cuadrado del caudal) en el calibre de entrada (D2) de la tubería de descarga (110), a fin de mejorar la eficacia del separador centrífugo.

45 El separador centrífugo (100) está conectado al esterilizador ultrasónico (200) en el extremo posterior.

El esterilizador ultrasónico (200) está previsto para llevar a cabo la esterilización ultrasónica para el agua de lastre a través del separador centrífugo (100).

50 Una onda ultrasónica es sonido en un intervalo de frecuencias más allá del intervalo auditivo del ser humano y lleva energía muy potente. La onda ultrasónica se transfiere a los líquidos en forma de una onda de dilatación y genera por ello un intenso efecto de cavitación en los líquidos.

55 Tal onda ultrasónica se usa habitualmente para el lavado o la limpieza. Por ejemplo, la onda ultrasónica se puede usar en equipamiento ultrasónico para el diagnóstico médico, para la limpieza ultrasónica de vidrios ópticos, para la limpieza de partes de automóviles y para la limpieza de material cerámico, etc. (lavadora ultrasónica, disgregador ultrasónico, limpieza de equipamiento odontológico y limpieza de metales nobles, etc.).

60 Además de los anteriores contenidos, el efecto de esterilización de irradiación ultrasónica en líquidos se ha demostrado en muchas bibliografías. Sin embargo, ya que la irradiación ultrasónica generará un ruido muy fuerte, no se usa todavía ampliamente en el campo industrial para fines de esterilización.

65 En el sistema de tratamiento de agua de lastre de la presente invención, el esterilizador ultrasónico (200) está dispuesto en el extremo delantero del esterilizador por ultravioleta (300) para destruir los organismos o microbios planctónicos mediante la perfecta combinación del esterilizador ultrasónico (200) y el esterilizador por ultravioleta (300), para asegurar que el agua de lastre tratado cumpla con el estándar de descarga del agua de lastre.

Especialmente, aunque los organismos o microbios planctónicos no se destruyen por completo en el esterilizador ultrasónico (200), son dañados gravemente con la vibración ultrasónica y entonces se destruirán por completo cuando pasen a través del esterilizador por ultravioleta (300).

5 La Figura 8 es un diagrama esquemático 3D de la estructura 1 del esterilizador ultrasónico mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B. Como se muestra en la Figura 8, una cubierta protectora (230) está dispuesta en el exterior de la tubería para esterilización (210) del esterilizador ultrasónico (200).

10 La Figura 9A y la Figura 9B son vistas de sección longitudinal de la Figura 8. Como se muestra en la Figura 9A y la Figura 9B, el esterilizador ultrasónico comprende además vibradores ultrasónicos (221) y un material acústico (231).

15 La Figura 10 es una vista en planta de la Figura 8; la Figura 11A y la Figura 11B son vistas 3D de la Figura 8, con la cubierta protectora retirada. Como se muestra en la Figura 10, la Figura 11A y la Figura 11B, el esterilizador ultrasónico comprende además una placa vibratoria (222). El vibrador ultrasónico (221) y la placa vibratoria (222) forman la unidad de irradiación ultrasónica (220).

El esterilizador ultrasónico (200) comprende una tubería para esterilización (210), una unidad de irradiación ultrasónica (220) y una cubierta protectora (230).

20 La tubería para esterilización (210) es una parte tubular a través de la cual puede fluir el agua de lastre.

La tubería para esterilización (210) está equipada con bridas en ambos extremos para la conexión de la tubería.

25 La tubería para esterilización (210) tiene una pluralidad de unidades de irradiación ultrasónica (220) montadas en la superficie.

La unidad de irradiación ultrasónica (220) irradia una onda ultrasónica al interior del agua de lastre que fluye a través de la tubería para esterilización (210).

30 La unidad de irradiación ultrasónica (220) comprende un vibrador ultrasónico (221) que genera vibración ultrasónica y una placa vibratoria (222) que está dispuesta delante del vibrador ultrasónico (221) y tangencialmente con respecto al agua de lastre para transferir la onda ultrasónica generada por el vibrador ultrasónico al interior del agua de lastre.

35 El vibrador ultrasónico (221) convierte la energía eléctrica en energía mecánica para generar vibración ultrasónica. Está normalizada una diversidad de formas de vibradores ultrasónicos.

En esta realización, las placas vibratorias (222) están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la tubería para esterilización (210) y tangencialmente con respecto a la dirección del flujo de agua de lastre.

40 Además, una pluralidad de placas vibratorias (222) están alineadas a lo largo de la tubería para esterilización (210) sobre la superficie. En esta realización están alineadas 6 placas vibratorias (222) en un intervalo regular con hueco.

45 Además, una pluralidad de vibradores ultrasónicos (221) están dispuestos en la dirección longitudinal de cada placa vibratoria (222).

50 La Figura 12 es un diagrama esquemático 3D de la estructura 2 del esterilizador ultrasónico mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B. Como se muestra en la Figura 12, para mejorar el efecto de esterilización del esterilizador ultrasónico están previstas placas vibratorias superiores (241, 242, 243, 244, 245, 246) y placas vibratorias inferiores (251, 252, 256) en el esterilizador ultrasónico. Ajustando las frecuencias de los vibradores ultrasónicos fijados en las placas vibratorias superiores (241, 242, 243, 244, 245, 246) y las placas vibratorias inferiores (251, 252, 256) se puede aumentar el efecto de cavitación en el líquido.

55 Por ejemplo, se genera una onda ultrasónica de alta frecuencia de 40 kHz por las 3 placas vibratorias superiores (241, 243, 245) y las 3 placas vibratorias inferiores (252, 254, 256) y se genera una onda ultrasónica de frecuencia menor de 28 kHz por las otras tres placas vibratorias superiores (242, 244, 246) y las 3 placas vibratorias inferiores (251, 253, 255), de tal manera que la onda ultrasónica de alta frecuencia y la onda ultrasónica de baja frecuencia interactúan entre sí en el líquido, dando como resultado un efecto de cavitación más intenso.

60 Esto se debe a que: la onda ultrasónica de alta frecuencia tiene un grado alto de linealidad y, por lo tanto, puede transferir la longitud de onda intensamente al líquido; la onda ultrasónica de baja frecuencia puede transferir la longitud de onda más intensamente, aunque tiene una menor linealidad en comparación con la onda ultrasónica de alta frecuencia. Con esta característica, las ondas ultrasónicas con diferentes frecuencias pueden interactuar entre sí en el líquido.

65

Considerando que el esterilizador ultrasónico (200) genera un ruido muy elevado debido a la vibración ultrasónica, por lo tanto, el vibrador ultrasónico (221) tiene que tener una protección exterior.

Con este fin está dispuesta una cubierta protectora (230) en el exterior de la tubería para esterilización (210).

5 La cubierta protectora (230) tiene en su interior material acústico (231). La cubierta protectora (230) envuelve al vibrador ultrasónico (221) y está dispuesta en el exterior de la tubería para esterilización (210), a fin de reducir el ruido y proteger al vibrador ultrasónico (221) del exterior.

10 La Figura 13A y la Figura 13B son vistas frontales del esterilizador por ultravioleta mostrado en la Figura 4A y la Figura 4B. Como se muestra en la Figura 13A y la Figura 13B, el esterilizador por ultravioleta (300) está conectado al extremo trasero del esterilizador ultrasónico (200). El esterilizador por ultravioleta (300) está diseñado para destruir organismos y microbios planctónicos en el agua de lastre pasando a través del esterilizador ultrasónico mediante irradiación ultravioleta.

15 Para conseguir este fin, el esterilizador por ultravioleta (300) está equipado con una lámpara de ultravioleta.

Ya que el esterilizador por ultravioleta (300) es bien conocido en la técnica, no se describirá adicionalmente en el presente documento.

20 La Figura 14 muestra una malla de metal dispuesta para permitir que el esterilizador ultrasónico transfiera la onda ultrasónica más eficazmente. Como se muestra en la Figura 14, la malla de metal (240) dispuesta para permitir que el esterilizador ultrasónico transfiera la onda ultrasónica más eficazmente está enrollada hasta una forma circular y está dispuesta en el interior de la tubería para esterilización (210), de tal manera que el lado externo de la malla de metal circular (240) es tangencial a la placa vibratoria (222).

Por tanto, la vibración ultrasónica de la placa vibratoria (222) se pueden transferir no solamente al agua de lastre, sino también al centro de la tubería para esterilización (210) de forma eficaz a través de la malla de metal (240).

30 Ya que la malla de metal (240) es una red, no impedirá el flujo del agua de lastre.

**Realización 2**

35 La Figura 15 es un diagrama de sistema del sistema de tratamiento de agua de lastre en la realización 2 de la presente invención; la Figura 16 es una vista frontal del esterilizador por ultravioleta mostrado en la Figura 15. Como se muestra en la Figura 16 y en la Figura 15, la estructura del sistema de tratamiento de agua de lastre previsto en la presente invención es una estructura en la que el agua de lastre fluye al interior del esterilizador por ultravioleta (300) desde la parte superior, se trata con irradiación ultravioleta y después se descarga desde la parte superior del esterilizador por ultravioleta (300).

40 El sistema de la presente invención se puede diseñar en una estructura adecuada para la instalación en un área peligrosa de buques y es un componente resistente a explosiones.

45 La Figura 17 es una vista de sección longitudinal conceptual del esterilizador ultrasónico resistente a explosiones que está equipado con una cubierta protectora resistente a explosiones (261) con el fin de la protección contra explosiones.

50 La Figura 18 muestra una vista oblicua y una vista lateral del equipamiento de esterilización por ultravioleta resistente a explosiones que está equipado con una placa de cubierta resistente a explosiones (310) con el fin de la protección contra explosiones.

**Resultado de ensayo**

55 Se lleva a cabo un ensayo basado en tierra para el sistema de tratamiento de agua de lastre previsto en la presente invención de acuerdo con la Guideline for Approval of Ballast Water Management System (G8) expedida por la International Maritime Organization (IMO). El resultado de ensayo se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

<b>Alta Salinidad (Promedio 32,8 PSU)</b>	<b>Agua afluyente</b>	<b>Agua de Control</b>	<b>Agua Tratada (esta invención)</b>	<b>Estándar de IMO</b>	<b>Estándar de California</b>
<i>Vibrio cholerae</i> [ufc/100 ml]	5,9+E6	6,7+E5	0	<1	<1

ES 2 450 466 T3

<i>Escherichia coli</i> [ufc/100 ml]	1,85+E4	3,0+E3	4	<250	<126
<i>Enterococcus</i> [ufc/100 ml]	1,0+E3	1,0+E3	0,6	<100	<33
Organismos planctónicos 10-50 µm [recuentos/ml]	5,780	1,510	0	<10	<0,01
Organismos planctónicos >50 µm [recuentos/m <sup>3</sup> ]	4,66+E5	2,25+E4	0	<10	0
Baja Salinidad (Promedio 17,2 PSU)	Agua afluyente	Agua de Control	Agua Tratada (esta invención)	Estándar de IMO	Estándar de California
<i>Vibrio cholerae</i> [ufc/100 ml]	9,3+E5	1,1+E6	0	<1	<1
<i>Escherichia coli</i> [ufc/100 ml]	9,0+E3	1,3+E3	4,8	<250	<126
<i>Enterococcus</i> [ufc/100 ml]	178	541	0,8	<100	<33
Organismos planctónicos 10-50 µm [recuentos/ml]	7,680	1,124	<0,01	<10	<0,01
Organismos planctónicos >50 µm [recuentos/m <sup>3</sup> ]	1,7+E6	6,95+E5	0	<10	0

**Aplicabilidad industrial**

- 5 El sistema previsto en la presente invención es para el uso en buques para tratar agua de lastre (esterilización y purificación), para evitar la contaminación ambiental como resultado de la carga del agua de lastre en el tanque de lastre o la descarga de agua de lastre del tanque de lastre.

**[Tabla de comparación con otras técnicas]**

País	BWMS	Técnica Aplicada Clave	Ventajas y Desventajas
Corea	Electro-Clean	Electroesterilización	Único sistema: flujo de filetes líquidos principal sin filtro previo Coste elevado incurrido por cambio de electrodo y neutralización
	Techcross Co., Ltd.		
	NKO3(BlueBallast)	Ozonización	No se requiere desinfectante: se genera automáticamente O <sub>3</sub> . Suministro de raciones de O <sub>3</sub> de alta densidad Alto coste incurrido por neutralización
	NK Co., Ltd.		
	GloEn-Patrol		



ES 2 450 466 T3

País	BWMS	Técnica Aplicada Clave	Ventajas y Desventajas
	Panasia Co., Ltd.	Filtro de corriente inversa automático UV (tensión media)	Difícil de mantener la eficacia del filtro
	EcoBallast		La sustancia activa se puede controlar fácilmente
	HHI		Difícil de mantener la eficacia del filtro
Japón	Special-Pipe	Cavitación y O <sub>3</sub>	No se requiere desinfectante: se genera automáticamente O <sub>3</sub> .
	JAMS		Sistema muy complejo Gran ruido y alto coste incurrido por la alta presión
	Hybrid BWTS	Electroesterilización	Sistema único: suministro sin filtro previo
	Mitsubishi Group		Alto coste incurrido por la neutralización
	ClearBallast	Sistema enlazador (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , [Al(OH) <sub>2</sub> ] <sup>3+</sup> )	Velocidad de funcionamiento muy baja: 3 minutos
	Hitachi Group		Gran tamaño
	TG Ballastcleaner y TG Environmental Guard	Sistema de adición (NaClO, Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )	Suministro continuo de productos químicos
	Toagosei Group		Riesgo en almacenamiento y gestión de productos químicos
Suecia	PureBallast	UV y TiO <sub>2</sub>	La sustancia activa se puede controlar fácilmente
	Alfa Laval Co., Ltd.		Difícil de mantener la eficacia AOT
	EctoSys (CleanBallast)	Esterilización electroquímica	Sistema único: suministro sin filtro previo
	Permascand AB		Alto coste incurrido por la neutralización
Alemania	Peraclean	Sistema de adición (15% de C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub> , 14,3% de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 26,5% de CH <sub>3</sub> COOH)	Suministro continuo de productos químicos
	Degussa GmbH		Resistencia contra explosiones en el entorno del buque
	Ecochlor	Sistema de adición con NaClO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ClO <sub>2</sub> )	Suministro continuo de productos químicos
	Ecochlor GmbH		Riesgo en almacenamiento y gestión de productos químicos
Noruega	Ocean Saver	Cavitación hidráulica Supersaturación con nitrógeno Esterilización electroquímica	Sistema muy complejo
	OceanSaver Co., Ltd.		Alta coste incurrido por la neutralización
Países Bajos	Greenship	Electroesterilización	Sistema único: suministro sin filtro previo
	Greenship Co. Ltd.		Alto coste incurrido por la neutralización

ES 2 450 466 T3

EE.UU.	Hyde GURDIAN	Filtro de corriente inversa automático UV (tensión media)	Difícil de mantener la eficacia del filtro (filtro de disco)
	Hyde Marine Co., Ltd.		
Sudáfrica	Resource Ballast Technologies System	Cavitación electroquímica esterilización con Ozono	Sistema muy complejo, coste elevado
	Resource Ballast Technologies (Pty) Ltd.		
China	Blue Ocean Shield	ciclón de medio acuoso y filtro de pantalla UV (baja tensión)	Gran tamaño debido a filtro de pantalla y de UV de baja tensión
	China Ocean Shipping Co. y Universidad de Tsinghua		Alto coste debido a filtro de pantalla y UV de baja tensión
	<i>BSKY™ BWMS</i> (esta invención)	Ciclón de agua y filtro US UV (tensión media)	Sin sustancia activa y producto secundario Sin aditivo químico, sin riesgo para el ser humano y el área marina Consumo de baja potencia y bajo coste Poco o ningún mantenimiento Bajo consumo Resistente a explosiones

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de tratamiento de agua de lastre que comprende un separador centrífugo (100), un esterilizador ultrasónico (200) y un esterilizador por ultravioleta (300), en el que:

5 el separador centrífugo (100) está diseñado para separar partículas grandes de materias extrañas del agua de lastre mediante separación por fuerza centrífuga por medio de diferencia de densidad;  
el esterilizador ultrasónico (200) está dispuesto en la parte posterior del separador centrífugo (100) y está  
10 diseñado para llevar a cabo la esterilización ultrasónica para el agua de lastre que pasa a través del separador centrífugo (200);  
el esterilizador ultrasónico (200) comprende una tubería (210) que se usa para la esterilización del agua de lastre y una unidad de irradiación ultrasónica que realiza la irradiación ultrasónica para el agua de lastre de la tubería;  
el esterilizador por ultravioleta (300) está diseñado para conseguir la esterilización mediante irradiación  
15 ultravioleta para el agua de lastre que pasa a través del esterilizador ultrasónico (200);  
la unidad de irradiación ultrasónica (200) comprende: un vibrador ultrasónico (221) que genera vibración ultrasónica y una placa vibratoria (222) que está dispuesta en el extremo delantero del vibrador ultrasónico y está diseñada para transferir la onda ultrasónica generada por el vibrador ultrasónico al agua de lastre que pasa a través de la tubería;  
una pluralidad de placas vibratorias (222) están alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la tubería para  
20 esterilización (210) y están dispuestas a lo largo de la circunferencia de la tubería para esterilización (210) y cada placa vibratoria (222) comprende una pluralidad de vibradores ultrasónicos (221) en la dirección longitudinal de la placa vibratoria (222).

2. El sistema de tratamiento de agua de lastre de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el vibrador ultrasónico (221) comprende un vibrador de alta frecuencia y un vibrador de baja frecuencia que están dispuestos de manera  
25 alterna en la dirección longitudinal de la placa vibratoria.

3. El sistema de tratamiento de agua de lastre de acuerdo con la reivindicación 2, en el que para transferir la onda ultrasónica en la tubería para esterilización (210), una malla de metal con forma de rollo (240) está dispuesta en el  
30 interior de la tubería (210) para esterilización y es tangencial a las placas vibratorias.

4. El sistema de tratamiento de agua de lastre de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que un material acústico (231) está dispuesto en el interior del esterilizador ultrasónico (200) y una cubierta protectora (230) que envuelve a los vibradores ultrasónicos (221) está dispuesto en el exterior de la tubería para esterilización (210).  
35

5. El sistema de tratamiento de agua de lastre de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el diámetro de la tubería de descarga del separador centrífugo (100) aumenta gradualmente, el caudal del fluido aumenta gradualmente, por lo que la fuerza centrífuga aumenta.

6. El sistema de tratamiento de agua de lastre de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una cubierta protectora resistente a explosiones (261) para la unidad de irradiación ultrasónica está dispuesta en el esterilizador ultrasónico.  
40

7. El sistema de tratamiento de agua de lastre de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el esterilizador por ultravioleta (300) está equipado además con una placa de cubierta resistente a explosiones.  
45

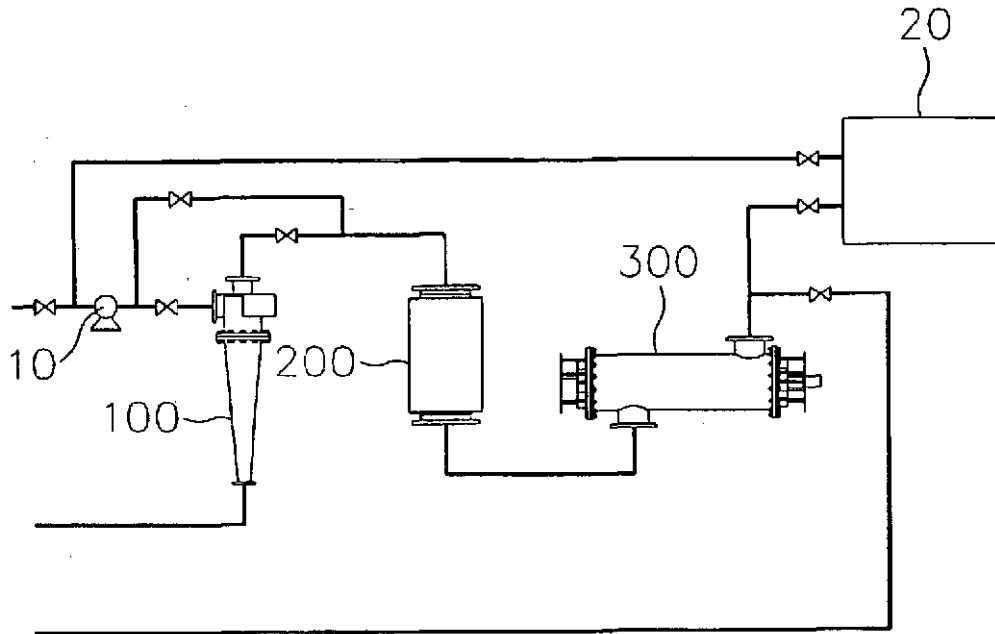


Fig. 1A

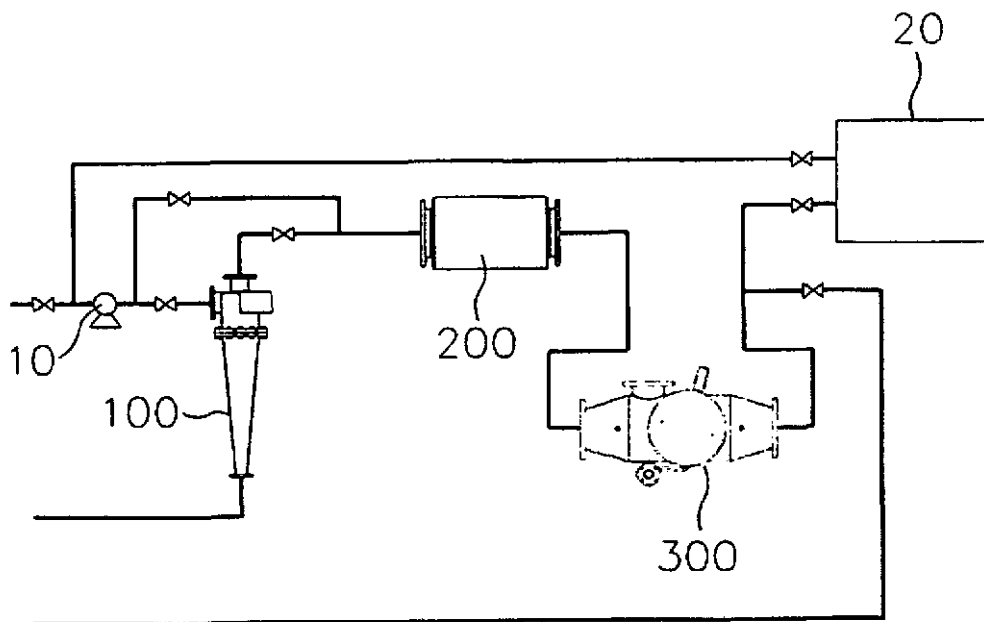


Fig. 1B

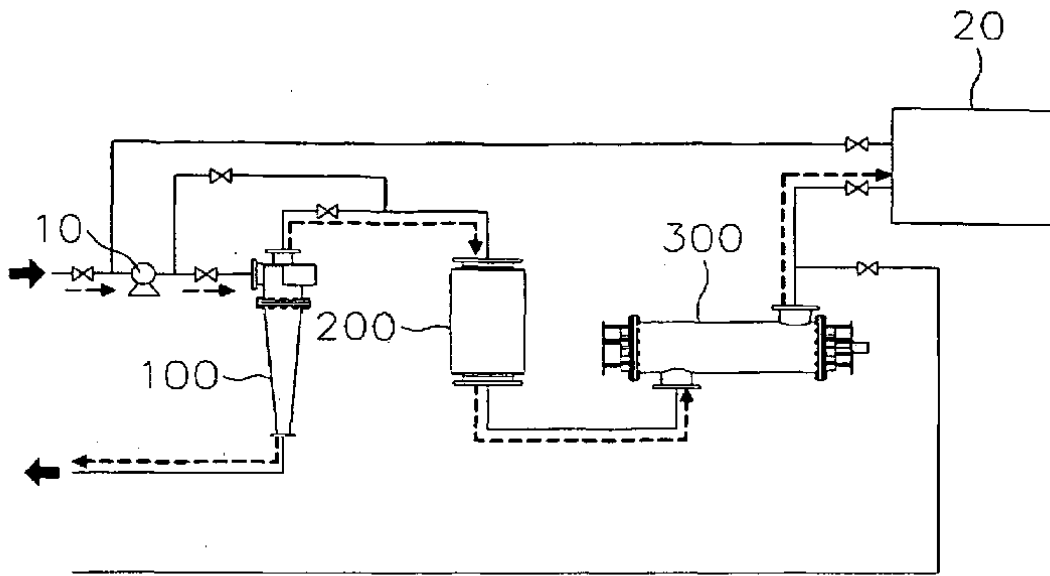


Fig. 2

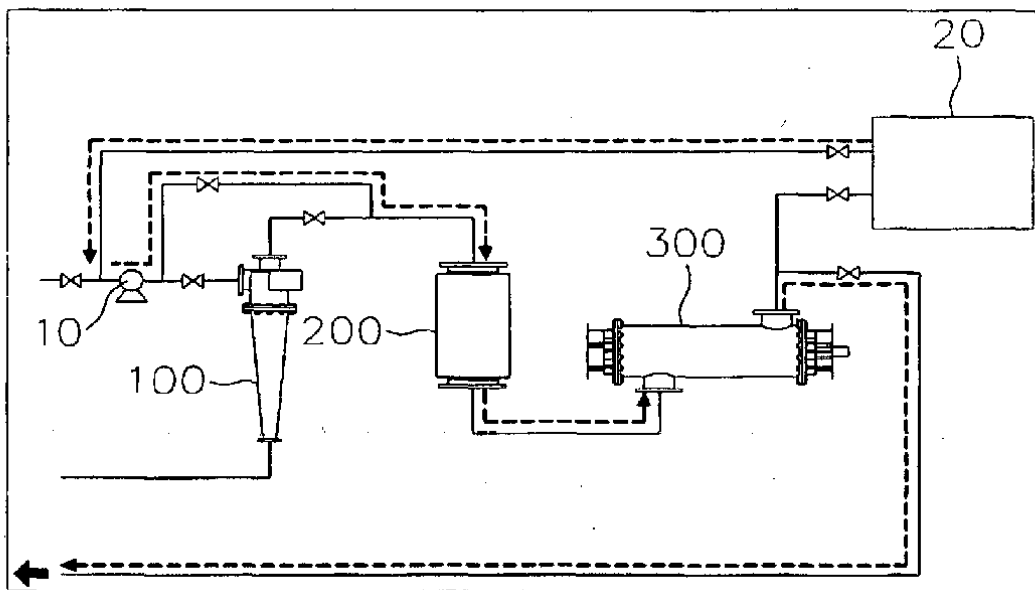


Fig. 3

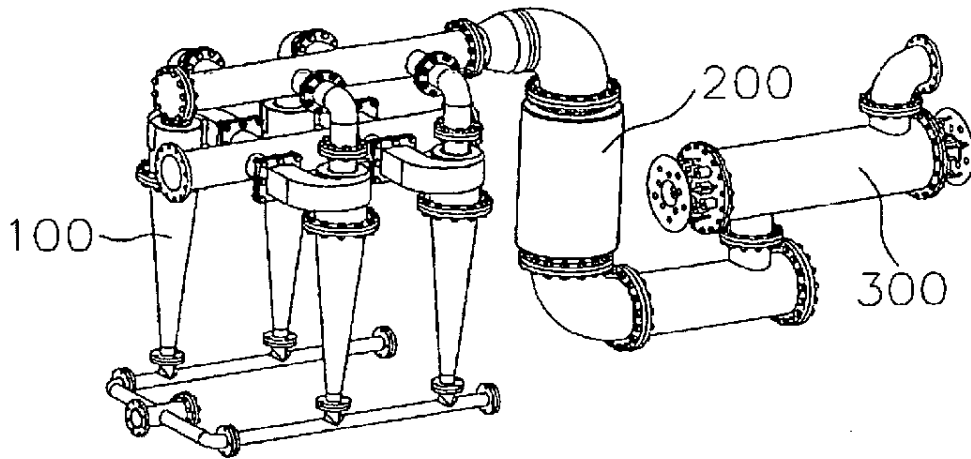


Fig. 4A

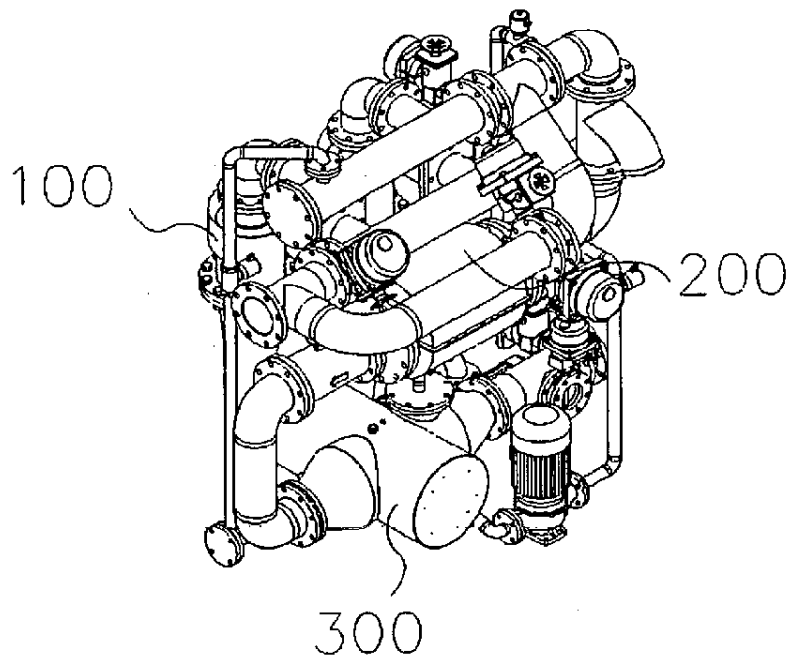


Fig. 4B

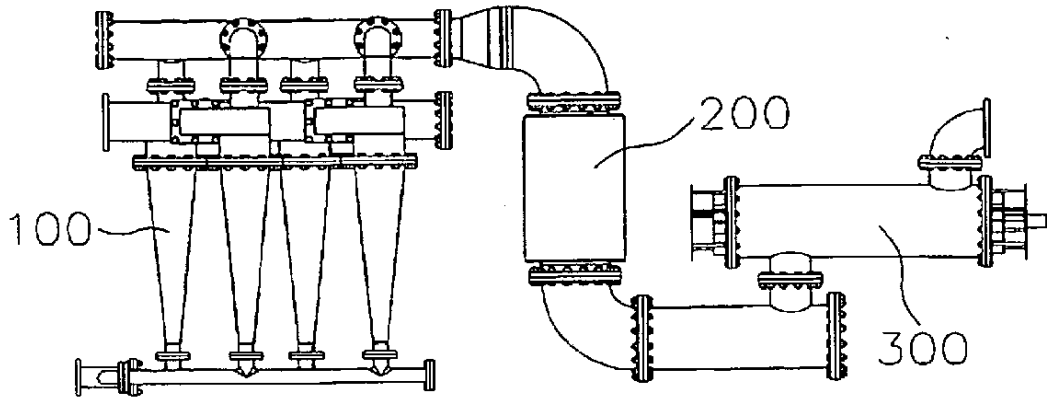


Fig. 5A

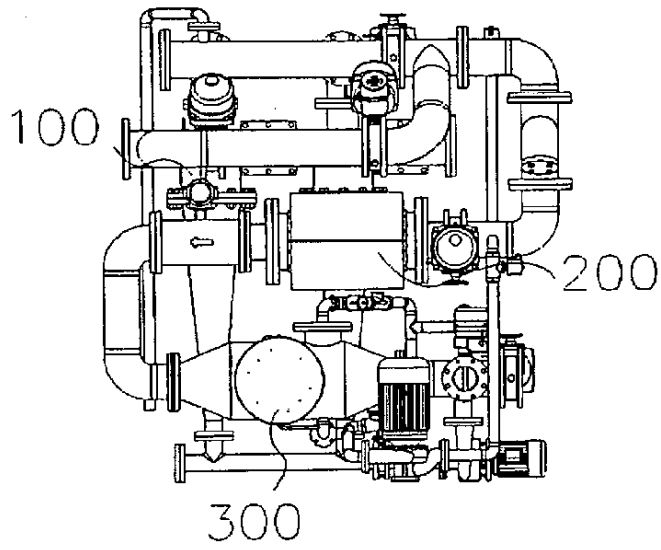


Fig. 5B

100

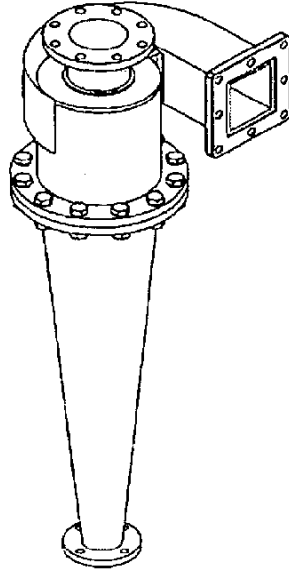


Fig. 6

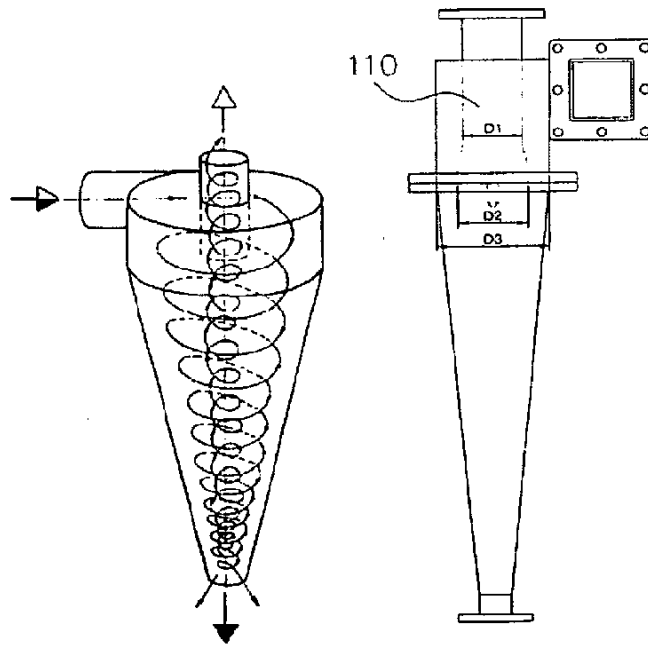


Fig. 7



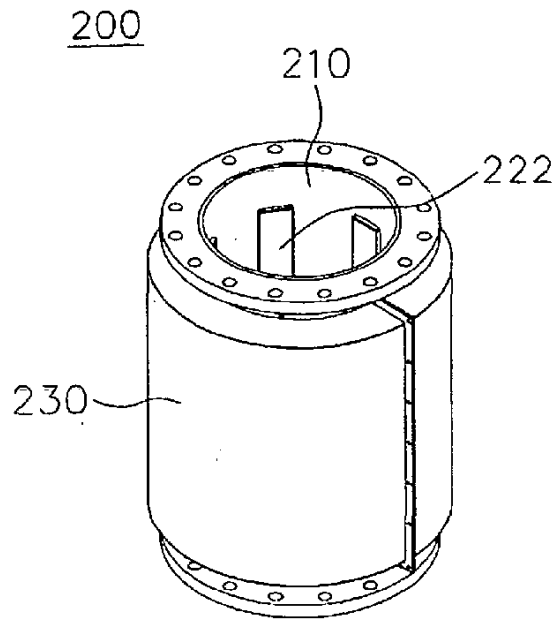


Fig. 8

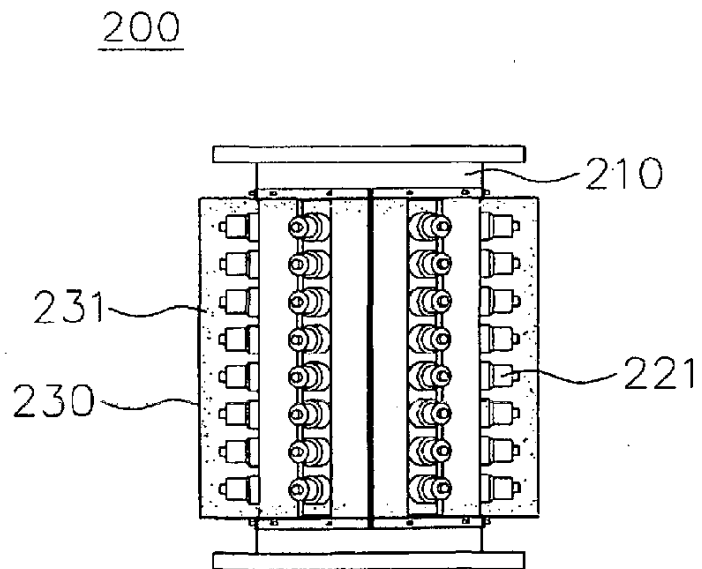


Fig. 9A

200

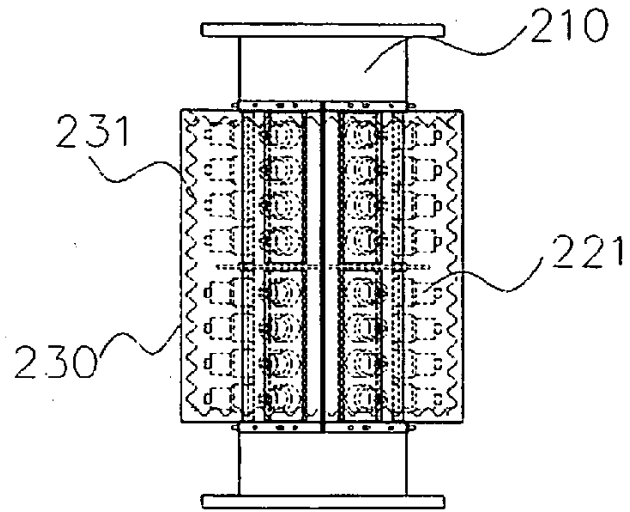


Fig. 9B

200

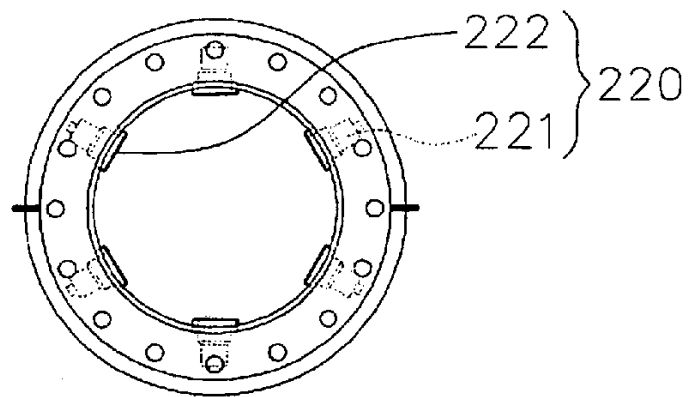


Fig. 10

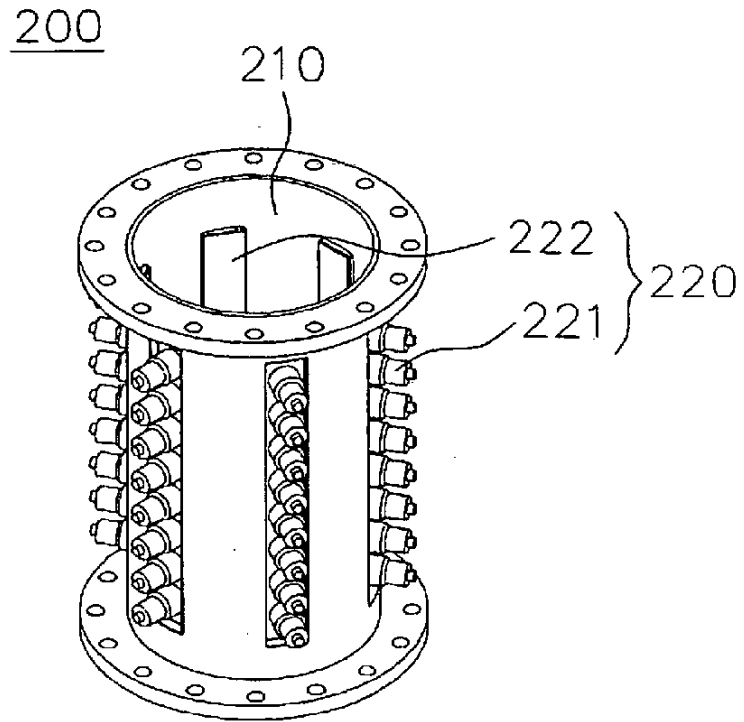


Fig. 11A

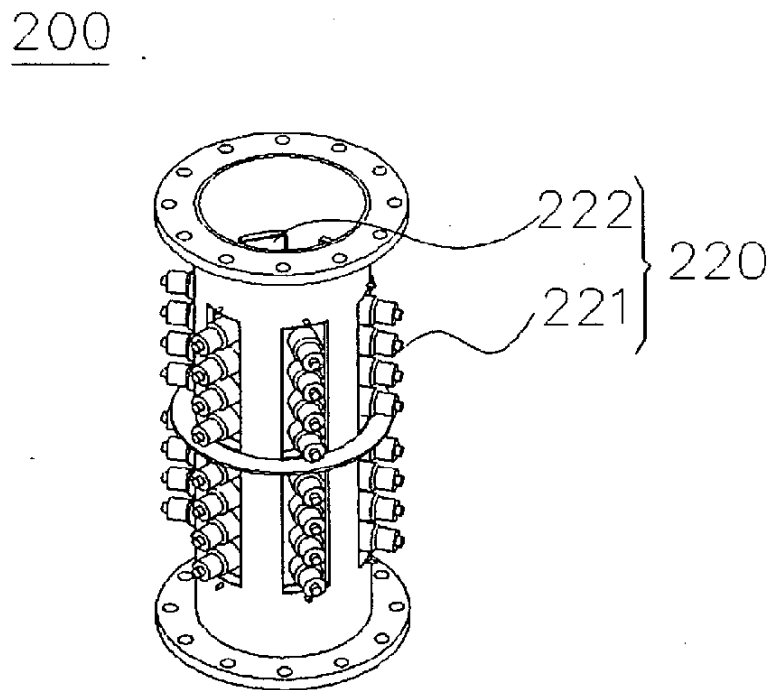


Fig. 11B

200

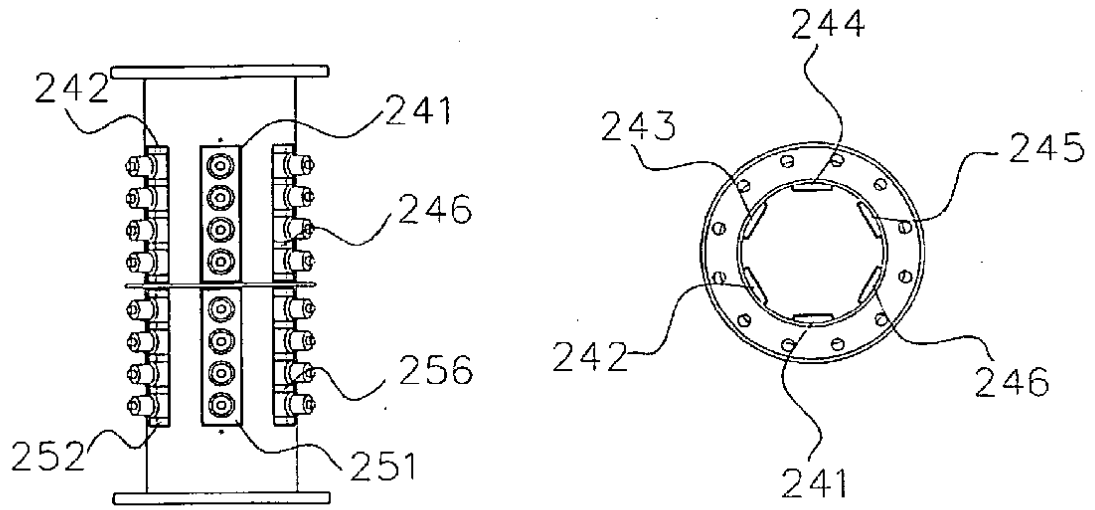


Fig. 12

300

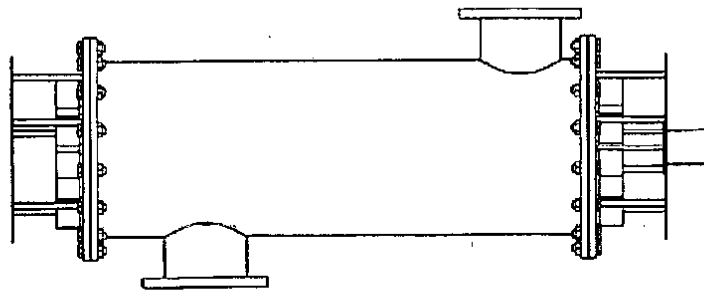


Fig. 13A

300

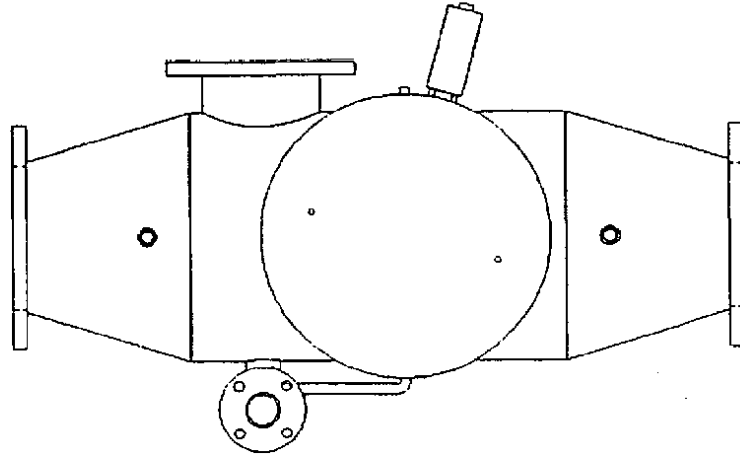


Fig. 13B

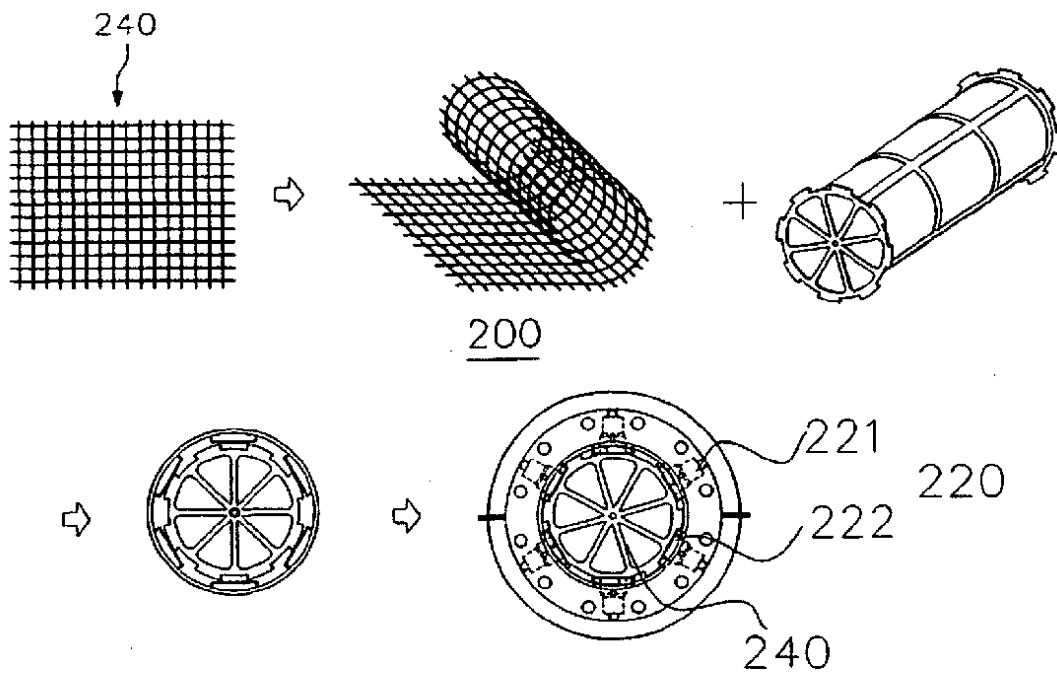


Fig. 14

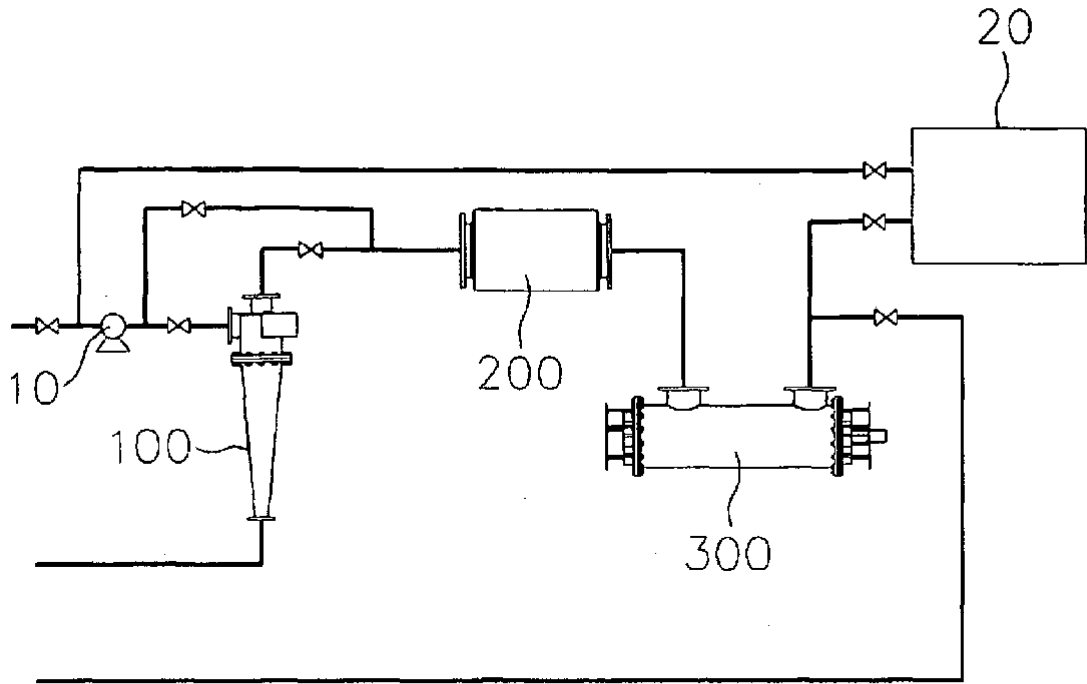


Fig. 15

300

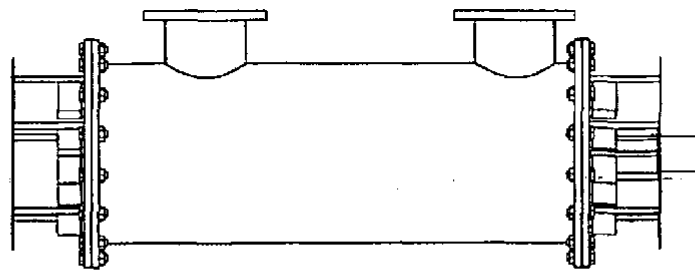


Fig. 16

200

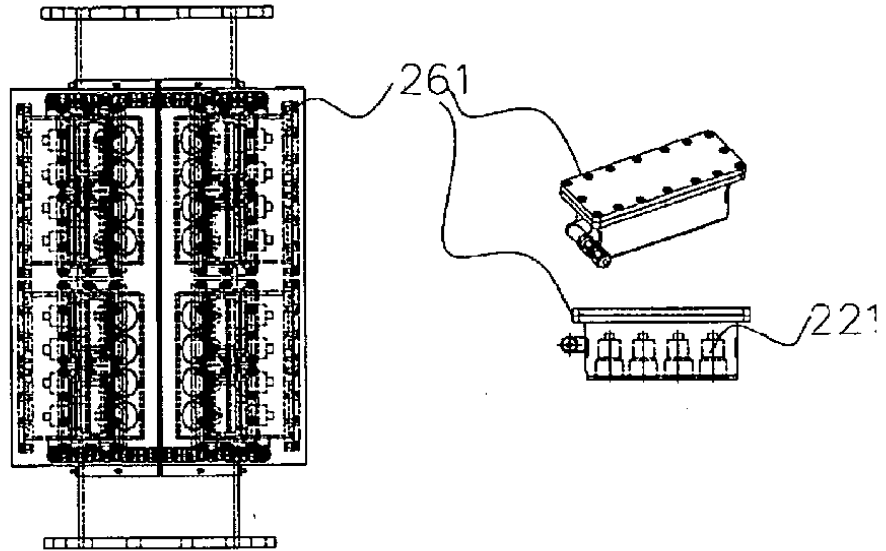


Fig. 17

300

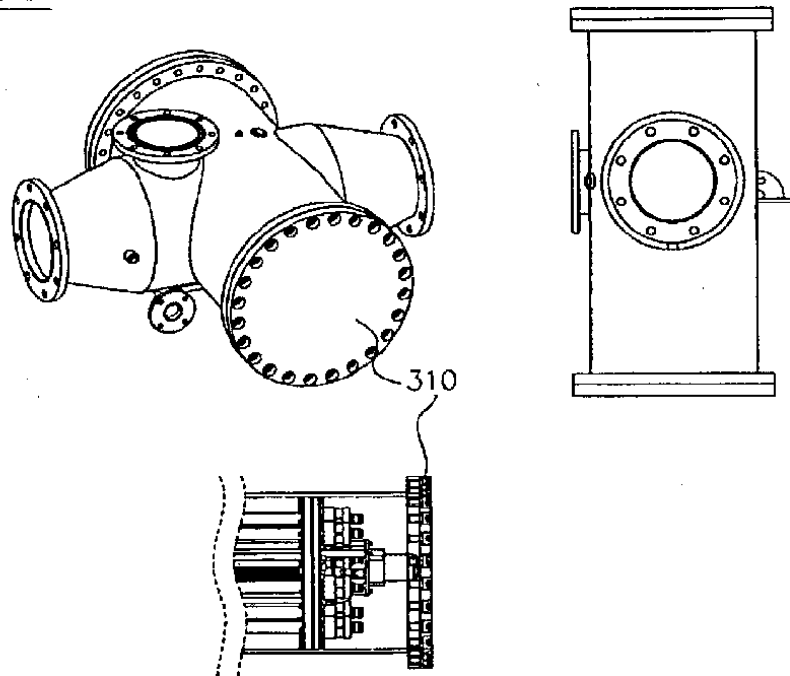


Fig. 18