

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 257**

51 Int. Cl.:

B63B 59/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2013 PCT/EP2013/076168**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14090847**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013 E 13802397 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2931598**

54 Título: **Un sistema de limpieza sumergible**

30 Prioridad:

11.12.2012 EP 12196544

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

13.06.2018

73 Titular/es:

**C-LEANSHIP A/S (100.0%)
Lyngsø Alle 3
2970 Hørsholm, DK**

72 Inventor/es:

HØJER, JESPER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 672 257 T3

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

DESCRIPCIÓN

Un sistema de limpieza sumergible

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de limpieza sumergible para limpiar la superficie de un casco de un buque situado bajo el agua mientras el buque está a flote o en una instalación en mar abierto. La presente invención también se refiere a un buque o embarcación de trabajo que comprende dicho sistema a de limpieza sumergible y al uso de dicho sistema de limpieza sumergible.

Técnica anterior

Las superficies del casco lisas bajo el agua son esenciales para garantizar el rendimiento óptimo de los barcos, e incluso una capa fina de limo, que se desarrolla rápidamente, crea una fricción adicional. Teniendo en cuenta el elevado coste del combustible y las altas utilizations de los buques, incluso una fricción adicional marginal tiene un impacto negativo significativo sobre el coste total del combustible.

Los actuales sistemas de pintura antiincrustante no pueden evitar la formación de limo y otras incrustaciones en los intervalos de atraque habituales; por lo tanto, existe la necesidad de limpiar el casco bajo el agua entre atraques para minimizar la formación de baba, incrustaciones y otros objetos que potencian la fricción en el casco bajo el agua.

Por la técnica anterior se conoce la limpieza del casco bajo el agua. Sin embargo, se han observado varias desventajas con estas técnicas conocidas, a saber:

a) La capa antiincrustaciones, es decir, la pintura, en el casco bajo el agua puede resultar dañada esporádicamente o, incluso en algunas circunstancias, eliminarse por completo, con lo que el casco submarino queda expuesto al entorno marítimo y, por lo tanto, existe un gran riesgo de un aumento futuro de la tasa de crecimiento de limo en el casco submarino. Este suele ser el caso cuando se utiliza la limpieza mecánica, es decir, la aplicación de cepillos y medios similares.

b) La limpieza del casco submarino a menudo contamina el medio ambiente con los residuos de la capa antiincrustación en el limo. El propio limo puede ser dañino para el medio ambiente, ya que puede contener especies no indígenas.

c) La operación de limpieza consume mucho tiempo y puede, en muchas circunstancias, exceder el tiempo habitual de retorno de los buques en los puertos, lo que puede tener graves consecuencias para los armadores, ya que no pueden cumplir sus horarios.

d) Las operaciones de limpieza a menudo son realizadas manualmente por buzos y el entorno submarino proporciona condiciones de trabajo desfavorables para los buzos. Dado que las condiciones de trabajo para los buzos son desfavorables, los buzos a menudo tienen ganas de terminar las operaciones de limpieza rápidamente, lo que en algunas circunstancias puede dar como resultado que la calidad de la limpieza no sea satisfactoria.

En el documento WO 2012/074408 A2 se conoce un sistema de limpieza sumergible.

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es superar total o parcialmente las desventajas e inconvenientes anteriores de la técnica anterior. Más específicamente, es un objetivo proporcionar un sistema de limpieza sumergible, que sea sistemático, respetuoso con el medio ambiente, rápido y rentable.

Además, es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema de limpieza sumergible, en el que la fuerza descendente se minimice.

También es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema de limpieza sumergible, que pueda limpiar el casco submarino y, de este modo, eliminar el limo y otras incrustaciones de una manera suave, sustancialmente sin dañar la pintura antiincrustación en el casco.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de limpieza sumergible, que minimice la contaminación del medio ambiente.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de limpieza sumergible, que pueda supervisarse y controlarse en relación con la superficie del casco submarino.

Un objetivo adicional es proporcionar un sistema de limpieza sumergible con un bajo consumo de energía y una alta eficiencia de limpieza.

5 Además, es un objetivo proporcionar un sistema de limpieza sumergible que sea fácil de usar con una tripulación operativa mínima combinando modos de operación autónomos y controlados manualmente.

10 Los objetivos anteriores, junto con numerosos otros objetivos, ventajas y características, que se harán evidentes a partir de la siguiente descripción, se logran mediante una solución de acuerdo con la presente invención mediante un sistema de limpieza sumergible para limpiar una superficie de casco submarino de un buque mientras el buque está a flote o en una instalación en mar abierto, comprendiendo el sistema de limpieza:

- una carcasa que comprende una cara superior y caras laterales que tienen bordes y una cara inferior abierta, estando dispuestos los bordes y la cara inferior opuestos a la superficie del casco, y comprendiendo la carcasa adicionalmente:
- 15 - un disco giratorio que tiene una pluralidad de boquillas dispuestas alrededor de una periferia del disco giratorio, estando las boquillas orientadas hacia la superficie del casco,
- dispositivos de separación rodantes para proporcionar un primer espacio predeterminado entre el disco giratorio y la superficie del casco,
- 20 - un dispositivo de succión conectado fluidamente a una salida dispuesta en la carcasa para proporcionar una presión negativa dentro de la carcasa,
- un dispositivo de presurización conectado fluidamente con las boquillas para proporcionar un fluido a alta presión a las boquillas, por lo que las boquillas están adaptadas para descargar fluido a alta presión contra la superficie del casco para su limpieza,

25 en el que la carcasa comprende adicionalmente un protector al menos parcialmente dispuesta entre el disco giratorio y la carcasa, de modo que se proporciona una cámara entre la carcasa y el protector, estando la cámara en comunicación fluida con el dispositivo de succión.

30 En una realización, el protector puede comprender una cara protectora superior y caras protectoras laterales que tienen bordes protectores y una cara protectora inferior abierta, estando dispuestos los bordes protectores y la cara protectora inferior opuestos a la superficie del casco.

35 Asimismo, el protector puede estar dispuesto dentro de la carcasa con un segundo espacio predeterminado entre las caras protectoras laterales y las caras laterales de la carcasa. Dicho segundo espacio predeterminado puede ser inferior a 0,03 m, preferentemente inferior a 0,025 m, más preferentemente inferior a 0,015 m.

Los bordes de la cara lateral de la carcasa pueden estar dispuestos a una primera distancia de la superficie del casco.

40 Además, la primera distancia puede ser más pequeña que una segunda distancia entre los bordes protectores y la superficie del casco.

45 Adicionalmente, la presión negativa en la carcasa puede controlarse durante la operación ajustando la primera distancia entre los bordes de la carcasa y la superficie del casco.

Asimismo, la presión negativa puede crear succión dentro de la carcasa a lo largo de los bordes de la carcasa.

La succión dentro de la carcasa puede proporcionarse a lo largo de los bordes de la carcasa.

50 Asimismo, la succión dentro de la carcasa puede distribuirse en un área grande.

Adicionalmente, los bordes de la carcasa pueden comprender un faldón, estando el faldón hecho de un material flexible, de modo que la carcasa puede moverse sobre superficies de casco curvadas y/o con doble curva.

55 Dicho faldón puede ser permeable al agua.

En una realización, se puede disponer una pluralidad de discos giratorios dentro de la carcasa.

60 Adicionalmente, el protector puede estar dispuesto entre la pluralidad de discos y la carcasa.

Además, se puede disponer un protector alrededor de cada disco giratorio.

65 Además, dos discos giratorios adyacentes pueden tener direcciones de rotación opuestas para disminuir la fricción entre ellos.

Asimismo, el protector puede estar dispuesto entre la pluralidad de discos y la carcasa.

Además, se puede disponer un protector alrededor de cada disco giratorio y se puede disponer una cámara alrededor del protector, estando la cámara en comunicación fluida con el dispositivo de succión.

El o los discos giratorios pueden ser accionados por uno o más motores.

5 Asimismo, cada disco giratorio puede comprender un eje de rotación y las boquillas pueden suministrarse con el fluido a alta presión a través de un husillo hueco dispuesto concéntricamente al eje de rotación.

Además, el dispositivo de succión puede ser una bomba.

10 Además, el dispositivo de presurización puede ser una bomba.

En una realización, la presión del fluido que sale de las boquillas puede estar entre 30 y 150 bares, preferentemente entre 50 y 125 bares.

15 Además, los dispositivos espaciadores rodantes pueden ser ajustables para ajustar el primer espacio entre el disco giratorio y la superficie del casco.

20 El tamaño del primer espacio se puede ajustar automáticamente durante la limpieza ajustando los dispositivos espaciadores rodantes por medio de un controlador de presión.

Dichos dispositivos espaciadores rodantes pueden ser ruedas.

25 Además, la rotación del disco giratorio puede ser ajustable.

En una realización, la rotación del disco giratorio puede estar en el intervalo de 250 a 550 rpm, preferentemente en el intervalo de 350 a 450 rpm.

30 Además, la presión proporcionada a las boquillas puede ajustarse en relación con la velocidad de rotación de los discos giratorios, de modo que cuando la velocidad de rotación de los discos disminuye, la presión proporcionada a las boquillas disminuye en consecuencia y viceversa.

35 Además, las boquillas pueden ser boquillas de tipo de cavitación adaptadas para inducir la cavitación en frente de la boquilla para proporcionar tensiones altas y localizadas sobre la superficie del casco debido al colapso de la cavidad de burbujas. De este modo se obtiene una potencia erosiva mejorada para la limpieza de la superficie del casco y al mismo tiempo se reduce la necesidad de potencia de bombeo.

40 Además, el disco giratorio puede comprender una superficie de disco dispuesta opuesta a la superficie del casco, estando dispuestas las boquillas debajo de la superficie del disco.

Las boquillas pueden estar dispuestas al nivel de la superficie del disco.

45 Las boquillas pueden adaptarse para ajustarse de modo que se pueda alterar un ángulo de ataque del fluido a alta presión en vista de una dirección de rotación del disco giratorio.

Adicionalmente, las boquillas pueden bloquearse con un interruptor de presión en la carcasa, de modo que la limpieza se proporcione solo cuando la carcasa tenga una presión negativa.

50 En una realización, se puede disponer un conjunto de recuperación de residuos y desechos en relación con la salida en la carcasa para recoger el agua efluente de la limpieza de la superficie del casco.

Dicho conjunto de recuperación puede comprender una unidad de filtro adaptada para filtrar el agua efluente por residuos y/o desechos.

55 La unidad de filtro puede estar completamente sumergida para que la bomba de succión no tenga que elevar el agua del efluente por encima del nivel del mar.

El agua efluente filtrada puede descargarse en el agua de mar cuando se filtra.

60 Además, la unidad de filtro puede comprender un calcetín de filtro largo.

El sistema de limpieza sumergible como se ha descrito anteriormente puede comprender además un vehículo accionado por control remoto (ROV).

65 Además, el ROV puede comprender medios de propulsión.

Además, la velocidad de rotación de los discos giratorios puede ajustarse en relación con la velocidad del ROV de modo que cuando la velocidad del ROV aumenta, la velocidad de rotación de los discos aumentará en consecuencia y viceversa.

- 5 En una realización, una unidad de control puede estar dispuesta para controlar un movimiento de 4 a 6 dimensiones del ROV mientras está sumergido.

Los propulsores, cámaras, equipos de sonar, brújulas y/o dispositivos de luz pueden disponerse en conexión con el ROV.

- 10 Tales propulsores pueden estar alimentados eléctricamente.

Además, el ROV puede estar equipado con un dispositivo de navegación y orientación, estando dicho dispositivo de navegación y orientación conectado a la unidad de control.

- 15 Además, se puede proporcionar una fuente de alimentación y suministro al sistema de limpieza desde una fuente externa o desde el buque.

- 20 La presente invención también se refiere a un buque o embarcación trabajo que comprende el sistema de limpieza sumergible como se ha descrito anteriormente.

En una realización, el buque o la embarcación de trabajo pueden comprender medios de elevación dispuestos para elevar el ROV sobre una cubierta del buque y bajar el ROV al agua desde el buque.

- 25 Además, la unidad de control puede estar dispuesta sobre el buque, permitiendo que un operador controle el sistema de limpieza sumergible y el ROV.

Adicionalmente, se puede disponer una unidad de almacenamiento en el buque para almacenar datos relativos a la limpieza de la superficie del casco submarino.

- 30 Finalmente, la presente invención se refiere al uso del sistema de limpieza sumergible descrito anteriormente para limpiar una superficie submarina de un buque mientras el buque está a flote o una instalación en mar abierto, tal como, por ejemplo, una instalación en mar abierto, una plataforma petrolera o una turbina eólica marina.

35 **Breve descripción de los dibujos**

La invención y sus numerosas ventajas se describirán con más detalle a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que, a efectos de ilustración, muestran algunas realizaciones no limitativas y en los que

- 40 la Figura 1 muestra el sistema de limpieza sumergible en una vista lateral esquemática,

la figura 2 muestra otra realización del sistema de limpieza sumergible en una vista lateral parcial,

- 45 la figura 3 muestra el sistema de limpieza de la figura 2 en una vista inferior,

la figura 4 muestra el sistema de limpieza de la figura 2 en una vista desde el extremo,

la figura 5 muestra el ROV del sistema de limpieza con una cubierta en una vista superior,

- 50 la figura 6 muestra el ROV de la figura 5 en una vista inferior,

la figura 7 muestra el ROV de la figura 5 sin la cubierta,

la figura 8 muestra el ROV de la figura 5 sin la cubierta en una vista inferior,

- 55 la figura 9 muestra una embarcación de trabajo, y

la figura 10 muestra el equipo dispuesto en la cubierta de la embarcación de trabajo.

- 60 Todas las figuras son altamente esquemáticas y no necesariamente a escala, y muestran solo aquellas partes que son necesarias para elucidar la invención, otras partes se omiten o simplemente se sugieren.

Descripción detallada de la invención

- 65 En la figura 1, se muestra una parte del sistema de limpieza sumergible 1 para limpiar una superficie de casco 3 submarino de un buque mientras el buque está a flote. El sistema de limpieza 1 comprende una carcasa 2 que

- comprende una cara superior 3 y caras laterales 4 que tienen bordes 5 y una cara inferior abierta, estando dispuestos los bordes y la cara inferior opuestos a la superficie del casco 3 en la posición de limpieza. La carcasa 2 comprende además un disco giratorio 6 que tiene una pluralidad de boquillas 7 dispuestas alrededor de una periferia del disco giratorio 6, estando las boquillas 7 orientadas hacia la superficie del casco 3. La carcasa 2 también
- 5 comprende dispositivos espaciadores rodantes 8 para proporcionar un primer espacio predeterminado 9 entre el disco giratorio 6 y la superficie del casco 3. Un dispositivo de succión 10, por ejemplo una bomba, está conectado de manera fluida a una salida 11 dispuesta en la carcasa 2 para proporcionar una presión negativa P dentro de la carcasa 2.
- 10 Adicionalmente, el sistema de limpieza 1 comprende un dispositivo de presurización 12 conectado fluidamente con las boquillas 7 para proporcionar un fluido a alta presión a las boquillas 7, por lo que las boquillas 7 están adaptadas para descargar fluido a alta presión contra la superficie del casco 3 para su limpieza.
- La carcasa 2 comprende además un protector 13 dispuesto al menos parcialmente entre el disco giratorio 6 y la carcasa 2. El protector 13 está dispuesto a una distancia de la carcasa, de modo que se proporciona una cámara 14
- 15 entre el protector 13 y la carcasa, estando la cámara 14 en comunicación fluida con el dispositivo de succión 10. De este modo se obtiene que la succión se aplique solo en la cámara 14, haciendo que la fuerza descendente en el sistema se reduzca significativamente. Asimismo, al proporcionar la presión negativa en la cámara, se garantiza que una entrada de agua constante desde el exterior de la carcasa evite que algo se escape del sistema de limpieza y contamine el medioambiente. Además, dado que el sistema de limpieza 1 de acuerdo con la presente invención
- 20 tiene el protector 13 dispuesto dentro de la carcasa, se reduce la velocidad de entrada de agua necesaria. Una ventaja adicional es que la cámara 14 proporciona un paso a través del cual los desechos resultantes de la operación de limpieza pueden ser aspirados por el dispositivo de succión.
- 25 El disco giratorio 6 comprende boquillas 7. Las boquillas 7 están adaptadas para incidir en una pulverización de agua a alta presión a través de la cara abierta sobre la superficie del casco 3 y limpiar y/o eliminar el limo, las incrustaciones y/o las algas de la superficie del casco 3.
- El disco giratorio 6 comprende un eje de rotación 70 y a las boquillas 7 se les suministra el fluido a alta presión a
- 30 través de un husillo hueco 71 dispuesto concéntricamente al eje de rotación 70.
- Además, las boquillas 7 pueden estar bloqueadas con un interruptor de presión 15, de modo que la limpieza de la superficie del casco no puede tener lugar a menos que la carcasa 2 tenga la presión negativa P.
- 35 La presión negativa P en la carcasa 2, y por lo tanto la velocidad del flujo de agua de entrada F, se puede controlar ajustando el tamaño del espacio entre la carcasa 2 y la superficie del casco 3. El tamaño del espacio puede, en una realización, ajustarse automáticamente durante la limpieza mediante ruedas regulables 8 por medio de un controlador de presión 16.
- 40 Además, la carcasa 2 puede estar provista de un faldón o cortina (no mostrada) hecho de un material flexible que permite que el sistema de limpieza 1 opere en superficies curvadas y de curvas dobles de la superficie del casco 3 sin poner en peligro la recuperación de desechos. Además, el faldón puede ser permeable al agua.
- Además, el protector 13 puede comprender una cara protectora superior 17 y caras protectoras laterales 18 que
- 45 tienen bordes de protección 19 y una cara protectora abierta, estando dispuestos los bordes protectores 19 y la cara protectora inferior opuestos a la superficie del casco 3. Como se ha mencionado anteriormente, el protector 13 está dispuesto dentro de la carcasa 2 con un segundo espacio predeterminado 20 entre las caras protectoras laterales 18 y las caras laterales 4 de la carcasa 2. El segundo espacio predeterminado 20 puede ser más pequeño que 0,03 m, preferentemente más pequeño que 0,025 m, y más preferentemente más pequeño que 0,015 mm.
- 50 Además, los bordes 5 de las caras laterales 4 de la carcasa 2 están dispuestos en una primera distancia 21 desde la superficie del casco 3. La primera distancia 21 es más pequeña que una segunda distancia 22 entre los bordes protectores 18 y la superficie del casco 3.
- 55 La figura 2 muestra otra realización del sistema de limpieza 1. En esta realización, el sistema de limpieza 1 comprende cuatro discos giratorios 6 dispuestos uno detrás del otro dentro del protector 13. Como resultado, el sistema de limpieza 1 puede limpiar un área mayor de la superficie del casco. Otras realizaciones (no mostradas) pueden comprender un número diferente de discos giratorios. Además, los discos en esta realización se muestran dispuestos en una fila. En otras realizaciones (no mostradas), los discos giratorios pueden estar dispuestos en dos o
- 60 más filas, teniendo cada fila una pluralidad de discos giratorios.
- El protector 13 está dispuesto entre los discos giratorios 6 y la carcasa 2. Los discos giratorios 6 son accionados preferentemente por un motor, o en esta realización mediante una pluralidad de motores 25, uno para cada disco giratorio 6. Además, una unidad de engranaje 26 puede disponerse con cada disco giratorio 6.
- 65 En una realización, dos discos giratorios 6 adyacentes tienen direcciones opuestas de rotación para disminuir la

fricción entre ellos, de modo que el consumo de energía puede reducirse para el sistema de limpieza.

5 Los discos giratorios 6 comprenden un eje de rotación (no mostrado) y a las boquillas se les suministra el fluido a alta presión a través de un husillo hueco (no mostrado) dispuesto concéntricamente al eje de rotación 70. La presión del fluido que sale de las boquillas está entre 30 y 150 bares, preferentemente entre 50 y 125 bares.

Adicionalmente, la velocidad de rotación de los discos giratorios puede ser ajustable. La rotación de los discos giratorios puede estar en el intervalo de 250 a 550 rpm, preferentemente en el intervalo de 350 a 400 rpm.

10 Además, la presión proporcionada a las boquillas puede ajustarse en relación con la velocidad de rotación de los discos giratorios 6, de modo que cuando la velocidad de rotación de los discos 6 disminuye, la presión proporcionada a las boquillas disminuye en consecuencia y viceversa. De este modo se obtiene que la limpieza de la superficie a limpiar se pueda realizar de forma más suave, ya que la potencia de las boquillas se ajusta a la vista de la velocidad de rotación de los discos giratorios.

15 Adicionalmente, se puede disponer un conjunto de recuperación 28 de residuos y desechos en relación con la salida (no mostrada) en la carcasa 2 para recoger el agua efluente de la limpieza de la superficie del casco. El conjunto de recuperación 28 comprende una unidad de filtro 29 adaptada para filtrar el agua efluente por residuos y/o desechos. El agua efluente filtrada puede descargarse en el agua de mar cuando se filtra. Además, la bomba 10 está adaptada para proporcionar succión dentro de la carcasa 2.

25 En la figura 3, el sistema de limpieza 1 de la figura 2 se muestra en una vista inferior. Los cuatro discos giratorios 6 se muestran dentro del protector 13. En esta realización, cada disco 6 tiene 3 boquillas 7 dispuestas a lo largo de la periferia 30. Ventajosamente, las boquillas 7 son boquillas de tipo de cavitación adaptadas para inducir la cavitación en frente de la boquilla para proporcionar tensiones altas y localizadas en la superficie del casco debido al colapso de la cavidad de burbujas. De este modo se obtiene una potencia erosiva mejorada para la limpieza de la superficie del casco y al mismo tiempo se reduce la necesidad de potencia de bombeo. Por tanto, usando boquillas 7 de tipo cavitación se puede obtener una limpieza eficiente a una presión de fluidos más baja que en la técnica anterior. Asimismo, los discos giratorios pueden comprender una superficie de la disco dispuesta opuesta a la superficie del caso, estando las boquillas dispuestas por debajo de la superficie del disco. Adicionalmente, las boquillas pueden adaptarse para ajustarse de modo que se pueda alterar un ángulo de ataque del fluido a alta presión en vista de una dirección de rotación del disco giratorio.

35 En la figura 4, el sistema de limpieza 1 de la figura 2 se muestra en una vista desde el extremo. El sistema de limpieza 1 tiene dos unidades de filtro 29 dispuestas en la parte superior de la carcasa 2.

40 En la superficie del agua, se puede utilizar una embarcación de trabajo o barco (que se describirá más adelante) para gestionar lo siguiente: Cable guía al ROV, suministro de energía al ROV, cabrestante de amarre y manguera de desechos, capacidad de carga para lanzar y recuperar el ROV y el filtro externo. También se puede usar una embarcación RIB pequeña para apoyo durante la operación de limpieza.

45 El sistema de limpieza 1 también comprende un vehículo operado por control remoto (ROV) 35, como se muestra en la figura 5. El ROV 35 se muestra con una cubierta 36. El ROV puede, en general, estar equipado como un ROV de clase de trabajo pero estar completamente adaptado para limpiar los cascos de los buques en términos de orientación del propulsor, diseño físico, carga útil y sensores para que el ROV se pueda adaptar al movimiento de 4 a 6 dimensiones mientras se sumerge, preferentemente en movimiento de 6 dimensiones. El ROV puede alimentarse eléctricamente desde la superficie a través de un cable de flotación neutra que también incluye telemetría óptica para la comunicación.

50 En la figura 6, el ROV 35 se muestra en una vista inferior que revela los discos giratorios 6. Los diferentes elementos del ROV se describirán con más detalle a continuación.

55 En las figuras 7 y 8, el ROV 35 se muestra sin la cubierta y comprende un marco 37 que se construirá mediante perfiles de acero inoxidable soldados. El marco 37 servirá como base para todos los equipos pesados, como bombas, motores y propulsores 38. Este marco 37 también está conectado al punto de elevación por lo que es seguro de manejar durante las operaciones de lanzamiento y recuperación.

60 ROV 35 está propulsado, en esta realización, por seis propulsores 38 de 4,5 kW cada uno. Tres propulsores presionarán el ROV y, por lo tanto, el sistema de limpieza 1 contra la superficie del casco objetivo, y los otros tres propulsores controlarán el movimiento del ROV hacia adelante/atrás y hacia los lados, y controlarán el rumbo del ROV. Dependiendo de la posición relativa de los propulsores, la configuración del propulsor y del material de flotación junto con el sistema de control ROV hacen que el ROV sea controlable en los seis grados de libertad (es decir, movimiento en 6 dimensiones), es decir, hacia delante/hacia atrás, hacia los lados, arriba/abajo, rumbo, cabeceo y balanceo. La razón para usar seis motores iguales y bastante potentes es conseguir un ROV estable que pueda mantener su posición y seguir su trayectoria en aguas turbulentas y de alta corriente. El ROV también será grande en volumen y peso, por lo que se requieren propulsores potentes para obtener un vehículo con buena

respuesta. También es ventajoso tener solo un tipo de motor visto desde la perspectiva de las piezas de repuesto.

Los propulsores están, preferentemente, alimentados eléctricamente para obtener una operación precisa y sin vibraciones.

5 La bomba de alta presión 12 puede comprender un filtro de autolimpieza para el agua de entrada a la bomba de alta presión. El mecanismo de autolimpieza es impulsado por un motor impulsado por la presión del agua.

10 La alta presión es proporcionada por dos unidades de bomba de pistón axial de desplazamiento fijo 12 que son accionadas por un motor de doble eje de 3000V/60Hz. Estas bombas 12 juntas proporcionan un flujo fijo de 340 l/min. Se utilizarán 20 l/min desde estas bombas para autolimpieza, y 1 l/min se usa para el accionamiento del filtro de agua del motor. Cada unidad de bomba está conectada a dos discos giratorios 6. Esto significa que es posible funcionar con solo dos discos giratorios si se desea.

15 Con el fin de poder reducir el flujo a las boquillas cuando sea necesario, se puede disponer una válvula de control proporcional 39 después de dos de las bombas de alta presión. Estas válvulas 39 también se usan para activar y desactivar el flujo a las boquillas, junto con la válvula de alivio descrita a continuación.

20 Después de las otras dos bombas, se puede disponer una válvula de alivio para poder activar y desactivar el flujo hacia las boquillas. Para reducir la contrapresión (carga de la bomba/motor) al arrancar las bombas, el flujo también se detendrá (la válvula de alivio de presión se descargará al mar).

25 La bomba de succión 10 está posicionada en el ROV, ya que la bomba debe estar cerca de la fuente. La bomba es una bomba centrífuga de partículas y respetuosa con el medio ambiente con una capacidad de aproximadamente 620 l/min a una caída de presión nominal. La caída de presión se ha calculado teniendo en cuenta el diámetro y la longitud de las mangueras de residuos más otros factores, como las diferentes uniones y el filtro externo. La potencia necesaria para operar la bomba de succión está en el intervalo de 10 kW.

30 El concepto para el filtro externo es una gran "bolsa de filtro" que flota justo debajo de la superficie. El filtro está conectado a una boya en la superficie para que sea posible ver dónde está y para que sea más fácil de recuperar. Un peso está dispuesto en la parte inferior del filtro para mantenerlo en posición. La entrada de desechos también está dispuesta en la parte inferior de la bolsa de filtro. Durante las operaciones de limpieza, el filtro externo se coloca junto al barco objetivo. El filtro sigue al ROV a medida que se mueve a lo largo de la nave de destino, ya que la manguera de desechos tiene una longitud fija y está conectada a la bolsa y al ROV. La posición del filtro puede, si es necesario, ajustarse utilizando cables de soporte que se pueden unir al costado del barco objetivo y controlarse desde la plataforma/buque de soporte de limpieza. El pequeño barco RIB también se usa para controlar la posición y el estado del filtro.

40 Cuando la bolsa de filtro se saca del agua con una grúa, el agua restante se vaciará, dejando solo los desechos. El concepto básico es usar un filtro desechable.

45 El anclaje 40 de la embarcación de trabajo 50 consiste internamente en cables para 3000VAC, 500VDC, y, ópticamente, se empalmarán en una caja de empalme llena de aceite en el extremo del ROV. La primera parte es el 3000VAC que va a las bombas en dos cables diferentes, la segunda parte es el 500VDC que va a la carcasa de presión principal del ROV. La tercera parte es la fibra óptica que va a la carcasa de presión principal del ROV. Para retirar el anclaje 40 del ROV, los conectores para 3000VAC, 500VDC y fibra óptica deben ser desconectados. La ubicación de la entrada del anclaje al ROV está en el mismo lado que la conexión de la manguera 41 y el cable de guía 42.

50 La conexión de la manguera de desechos 41 al filtro externo debe manipularse fácilmente desde la embarcación RIB 52 cuando se reemplaza la bolsa de filtro.

55 El cable guía 42 está unido al ROV en el mismo lado que la manguera de desechos y el anclaje. La idea es tener un acceso fácil desde el barco RIB 52 para poder desconectarse al limpiar piezas cerca de la hélice del barco.

El ROV puede estar equipado con dos sonares 43. Se puede usar un sonar de perfil para vigilar el entorno, la distancia hasta el fondo y el muelle, etc. El otro sonar puede ser un sonar de alta resolución orientado hacia delante que se usa para evitar obstáculos, etc.

60 Una prueba preliminar muestra que es posible detectar el borde entre una superficie limpia y otra no limpia en el casco objetivo, de modo que los sonares pueden ayudar en el control de navegación.

65 Se puede montar una luz y una cámara en cada una de las dos unidades de giro e inclinación 44. El rango de observación angular de estas unidades 44 estará limitado por los componentes del ROV circundante y el cableado de la luz y la cámara. Las unidades de giro e inclinación 44 estarán posicionadas para un ángulo de visión máximo en todas las direcciones, lo que es particularmente útil para identificar obstáculos junto con datos del sonar de

evitación de obstáculos.

Las posiciones angulares de la unidad de giro e inclinación 44 son programables: es posible definir múltiples puntos de ajuste y al presionar un botón, reanudar los títulos de visualización de la cámara previamente programados. Esta función se puede usar para reconfigurar rápidamente el ROV durante las operaciones, por ejemplo para asegurarse de que las cámaras apuntan en la dirección del viaje del ROV.

Se pueden montar seis cámaras de video a color 45 en el ROV. Dos de ellos son móviles mediante unidades de giro e inclinación, y cuatro están dispuestos en una posición fija. Las cámaras 45 actúan como cámaras de observación y navegación.

La carcasa 2 con un faldón o cortina suave que reduce la primera distancia a la superficie del casco combinada con el flujo de la bomba de succión evitará que se filtre cualquier residuo durante la limpieza.

Es posible controlar la velocidad de rotación de los discos giratorios 6 independientemente del flujo de agua a los discos giratorios. La velocidad de rotación debe cambiarse dependiendo de la velocidad de avance del ROV. El punto de referencia es 400 rpm a una velocidad de avance de 0,5 m/s. El sistema de control proporcionará funcionalidad para garantizar que, si el ROV se desacelera, los discos giratorios disminuyan proporcionalmente.

Los motores 25 para los discos giratorios pueden ser motores trifásicos de 400 VAC acoplados en delta con un máximo de 1,5 kW por motor. Los motores serán alimentados desde los 500VDC principales a través de controladores de motor individuales.

La plataforma de superficie principal para el sistema de limpieza 1 es un buque o embarcación de trabajo 50 como se ve en la figura 9, que durante la operación atraca y amarra en el muelle y delante o detrás del barco objetivo. Una bolsa de filtro para los desechos seguirá al ROV junto al barco objetivo. También se requiere un pequeño barco RIB 52 para ayudar y manipular la bolsa de filtro y se puede usar para otros problemas de soporte.

Los sensores de control ROV constan de sensor de profundidad, giroscopio, acelerómetros y registro de velocidad Doppler (DVL) (opcional). Se usan para controlar el ROV en todos los grados de libertad.

Otros sensores, como datos de longitud fija del cabrestante de cable guía, datos de rueda, DVL (opcional) se usarán junto con los sensores de control del ROV para determinar la posición del ROV. Se instalará un GPS preciso en la embarcación de trabajo para tener un punto de origen en caso de misiones abortadas y poder reubicarse y continuar la misión más adelante.

Un escenario típico de limpieza es que el ROV avanza en pasos de 1,6 m, lo que hace que se vea una trayectoria ortogonal desde la dirección del barco. La trayectoria está determinada por la longitud del cable guía. El sistema de control ROV siempre tendrá el cable guía alargado mediante el uso de dos propulsores horizontales. También ordena tres propulsores verticales para empujar el vehículo contra el casco de la nave. Las ruedas y el DVL (opcional) indicarán y emitirán advertencias en el MMI si el ROV está tan alejado del casco que el resultado de la limpieza se ve afectado.

Se pueden introducir varias funciones de ayuda dependiendo de la velocidad de rotación de las unidades, y la presión del agua está regulada por el sistema de dirección del buque. La presión del agua y la velocidad de rotación pueden, por ejemplo, cambiar automáticamente dependiendo de la velocidad de avance del ROV.

Todas las trayectorias, incluidos los datos del sensor del ROV, como rumbo, cabeceo, balanceo, profundidad, longitud del cable, datos de rueda y DVL (opcional) se utilizan para determinar si el casco se ha limpiado completamente y se presentan en tiempo real al piloto durante la operación.

Todos los datos de posición y las imágenes de la cámara se registran y se pueden ver después de la operación en una HMI de reproducción en el software. Esa función de reproducción también se puede instalar en un ordenador estándar. Esta información registrada se almacena en un disco duro separado para control de calidad.

La embarcación de trabajo 50 puede tener una grúa de elevación 54 para manejar la carga.

La correa 40 flotará positivamente, y si es necesario, se pueden unir boyas de marcación para hacerla más visible en la superficie. La correa 40 se unirá a la boya de filtro externa y se liberará de tensión conectada a la manguera de residuos hasta el ROV.

Para poder navegar en el ROV, se conecta un cable de guía al ROV. El cable de guía puede ser una línea de Dyneema de 3 mm que pasa por un Sistema de Protección de Amarre 57 (TPS) a un cabrestante de una capa que controla la longitud de la línea. La tensión del cabrestante 56 es fija y no ajustable hasta un punto en el que comenzará a salir para evitar que la línea se rompa. Un sensor en el cabrestante medirá la tensión en el cable guía para poder calcular la posición del peso TPS y mantener la pista para el ROV.

El concepto para el TPS 57 depende del aspecto de la plataforma para el equipo. El TPS existente consiste en el TPS con cabestrante y un lanzador de TPS.

5 La embarcación de trabajo 50 como se muestra en la figura 10 debe estar equipado con una grúa de elevación 54 con carga, altura de elevación y capacidad de extensión para manipular todas las piezas que se van a lanzar y recuperar como el ROV 35 y la bolsa de filtro 55.

10 La embarcación 50 necesita tener espacio disponible en la cubierta 51 para los cabrestantes del sistema, TPS con bastidor, el ROV 35 en un soporte, así como espacio para manipular la bolsa de filtro. El operador necesita un área que sea fácilmente accesible dentro de la embarcación de trabajo 50 en el que se pueda ejecutar el sistema.

15 La opción preferida es tener una embarcación de trabajo con capacidad de vuelo estacionario para evitar el anclaje o amarre al muelle o barco para su limpieza. Esto también minimizaría los movimientos que afectarán negativamente el resultado de la limpieza.

La limpieza de un buque puede comprender las siguientes etapas en condiciones normales:

- Si el entorno lo requiere, coloque cables de soporte para la bolsa de filtro junto al barco objetivo.
- 20 - Coloque la plataforma del ROV en frente del barco objetivo.
- Lance el ROV, baje el TPS, extraiga el cable de guía, saque la correa y saque la manguera de residuos del ROV.
- Después de 80 m, comience a fijar flotadores a la correa cada 20 m.
- 25 - Lance la bolsa de filtro y, si es necesario, fíjela a las cuerdas de soporte. Conecte la manguera de residuos del ROV a la bolsa de filtro externa y asegúrese de que el otro extremo esté firmemente sujeto al ROV.
- Coloque el ROV y comience a limpiar el barco objetivo. Ajuste la posición de la bolsa del filtro y saque la correa, cuando sea necesario.
- 30 - Cuando el operador se enfrenta a varios obstáculos como quillas de sentina, etc. a lo largo de la pista de limpieza predefinida, se requerirá que el ROV navegue entre la superficie y las quillas hasta que estos ya no obstaculicen el acceso al casco a lo largo de la pista de limpieza predefinida. A continuación se reanuda la limpieza desde la próxima ubicación disponible de toma de contacto segura del casco.
- 35 - Cuando se haya completado el patrón de limpieza, navegue el ROV hasta la plataforma y recupere la correa y el vehículo hasta la cubierta. También se requerirá la recuperación cuando se cambie la posición de la plataforma desde la posición delantera hasta la popa del barco. Recupere la bolsa de filtro en la cubierta y almacénela hasta que se recupere en tierra para eliminación/destrucción preestablecida.
- 40 - Retire las cuerdas de soporte para la bolsa de filtro junto al barco objetivo.

45 El procedimiento de operación en condiciones climáticas adversas es el mismo que para las condiciones normales, siendo la diferencia principal el tiempo requerido para realizar una operación. Si la visibilidad es limitada y si hay una corriente fuerte, la velocidad del vehículo disminuirá. En caso de fuertes vientos con olas grandes, es más difícil, y, por lo tanto, requiere más tiempo, colocar la plataforma, amarrar la plataforma y manipular la bolsa de filtro, etc.

50 Usando el sistema de limpieza de acuerdo con la invención, se obtiene una limpieza suave del casco submarino. Al mismo tiempo, el proceso de limpieza es, debido al conjunto de recuperación de residuos y desechos, muy respetuoso con el medio ambiente y esencialmente no contaminará el medio ambiente. Además, el ROV y la unidad de control aseguran que el proceso de limpieza pueda planificarse de acuerdo con el diseño real del casco submarino, y durante el proceso de limpieza real, el casco submarino puede supervisarse para asegurarse de que todo el casco submarino se limpia según lo previsto.

55 Aunque la invención se ha descrito en lo anterior en conexión con realizaciones preferidas de la invención, será evidente para un experto en la técnica que son concebibles varias modificaciones sin apartarse de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de limpieza sumergible (1) para limpiar una superficie de casco submarino (3) de un buque mientras el buque está a flote o una instalación a mar abierto, comprendiendo el sistema de limpieza (1):
- 5
- una carcasa (2) que comprende una cara superior (3) y caras laterales (4) que tienen bordes (5) y una cara inferior abierta, estando dispuestos los bordes (5) y la cara inferior opuestos a la superficie del casco (3), y comprendiendo la carcasa (2) adicionalmente:
- 10
- un disco giratorio (6) que tiene una pluralidad de boquillas (7) dispuestas alrededor de una periferia (30) del disco giratorio, estando las boquillas orientadas hacia la superficie del casco (3),
 - dispositivos de separación rodantes (8) para proporcionar un primer espacio predeterminado (9) entre el disco giratorio (6) y la superficie del casco (3),
- 15
- un dispositivo de succión (10) conectado fluidamente a una salida (11) dispuesta en la carcasa (2) para proporcionar una presión negativa dentro de la carcasa (2),
 - un dispositivo de presurización (12) conectado fluidamente a las boquillas (7) para proporcionar un fluido a alta presión a las boquillas (7), por lo que las boquillas (7) están adaptadas para descargar fluido a alta presión contra la superficie del casco (3) para limpiar, en donde la carcasa (2) comprende además un protector (13) dispuesto al menos parcialmente entre el disco giratorio (6) y la carcasa (2), por lo que se proporciona una cámara (14) entre la carcasa (2) y el protector (13), estando la cámara (14) en comunicación fluida con el dispositivo de succión (10).
- 20
2. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el protector (13) comprende una cara protectora superior (17) y caras protectoras laterales (18) que tienen bordes protectores (19) y una cara protectora en la parte inferior y abierta, estando los bordes protectores (19) y la cara protectora inferior dispuestos opuestos a la superficie del casco (3).
- 25
3. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el protector está dispuesto dentro de la carcasa con un segundo espacio predeterminado (20) entre las caras protectoras laterales y las caras laterales de la carcasa.
- 30
4. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los bordes de la cara lateral de la carcasa están dispuestos a una primera distancia desde la superficie del casco.
- 35
5. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que en el que la primera distancia es menor que una segunda distancia entre los bordes del protector y la superficie del casco.
- 40
6. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, en el que la presión negativa en la carcasa se controla durante la operación ajustando la primera distancia entre los bordes de la carcasa y la superficie del casco.
- 45
7. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la presión negativa crea una succión dentro de la carcasa a lo largo de los bordes de la carcasa.
- 50
8. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una pluralidad de discos giratorios (6) están dispuestos dentro de la carcasa (2).
- 55
9. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada disco giratorio comprende un eje de rotación y a las boquillas se les suministra el fluido a alta presión a través de un husillo hueco dispuesto concéntricamente al eje de rotación.
- 60
10. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las boquillas (7) son boquillas de tipo cavitación adaptadas para inducir la cavitación delante de la boquilla (7) para proporcionar tensiones altas y localizadas en la superficie del casco (3) debido al colapso de la cavidad de burbujas.
- 65
11. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las boquillas están bloqueadas con un interruptor de presión en la carcasa, de modo que la limpieza se proporciona solamente cuando la carcasa tiene una presión negativa.
12. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un conjunto de recuperación de residuos y desechos (28) está dispuesto en relación con la salida (11) en la carcasa (2) para recoger agua efluente de la limpieza de la superficie del casco (3).
13. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el conjunto de recuperación (28) comprende una unidad de filtro (29) adaptada para filtrar residuos y/o desechos en el agua efluente.

14. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un vehículo operado por control remoto (ROV) (35).

5 15. Un sistema de limpieza sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la velocidad de rotación de los discos giratorios puede ajustarse en relación con la velocidad del ROV de modo que cuando la velocidad del ROV aumenta, la velocidad de rotación de los discos aumentará en consecuencia y viceversa.

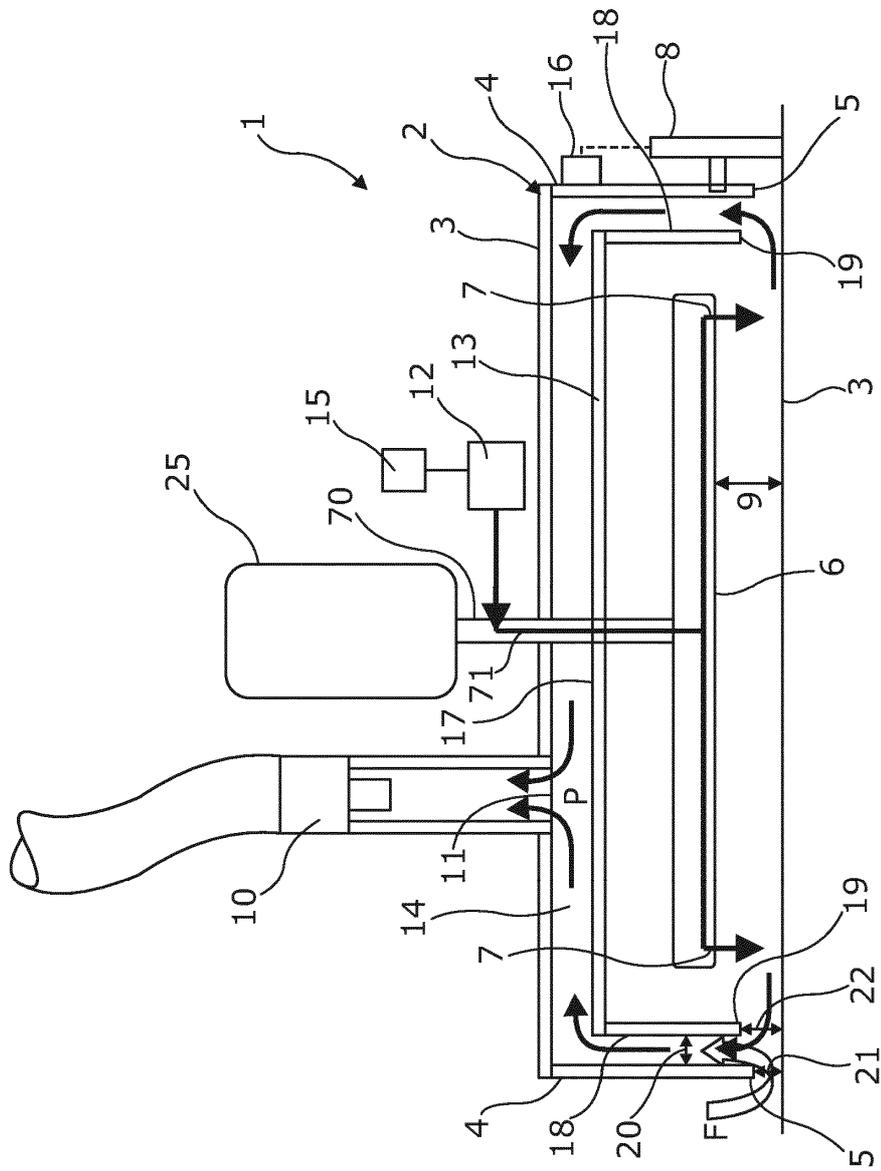


Fig. 1

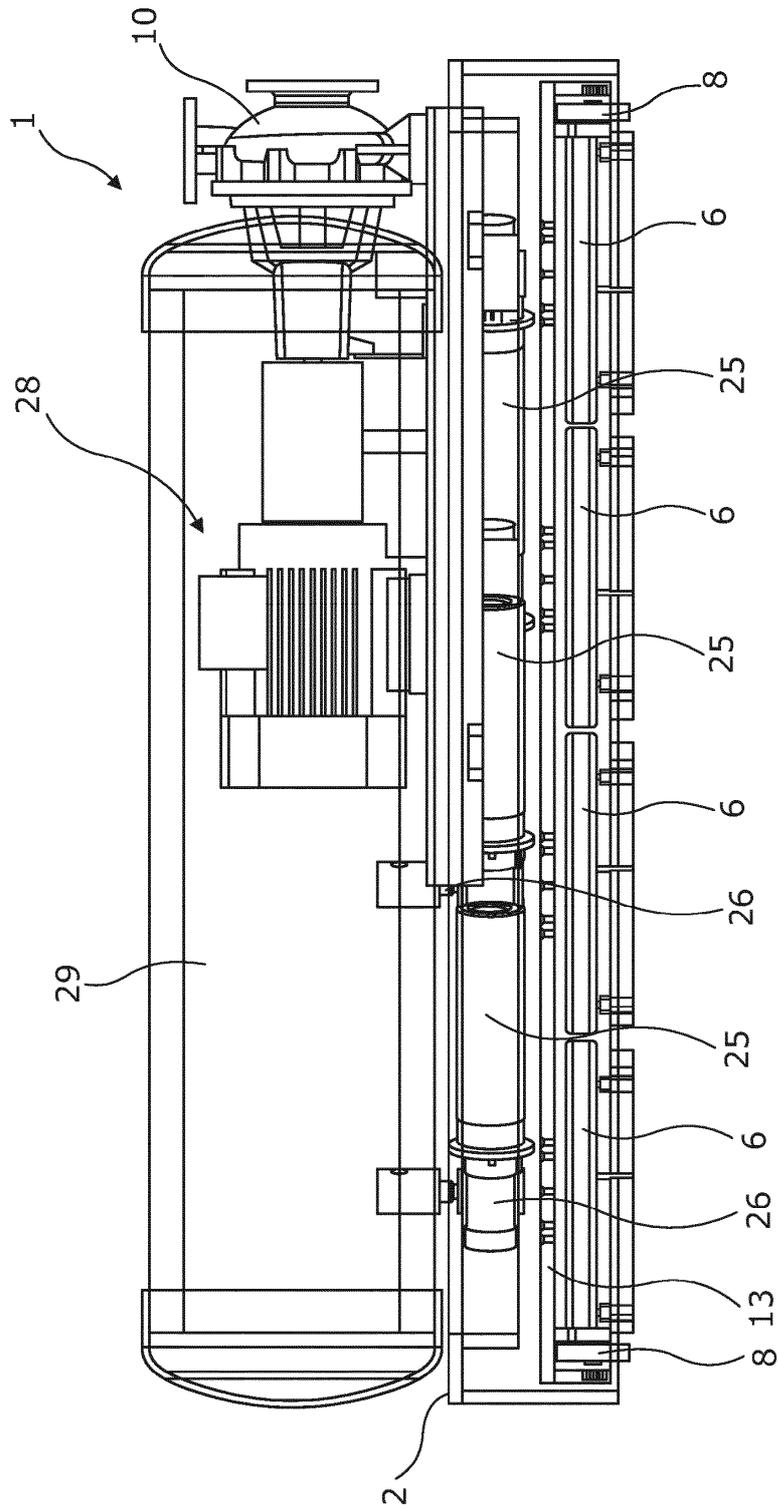


Fig. 2

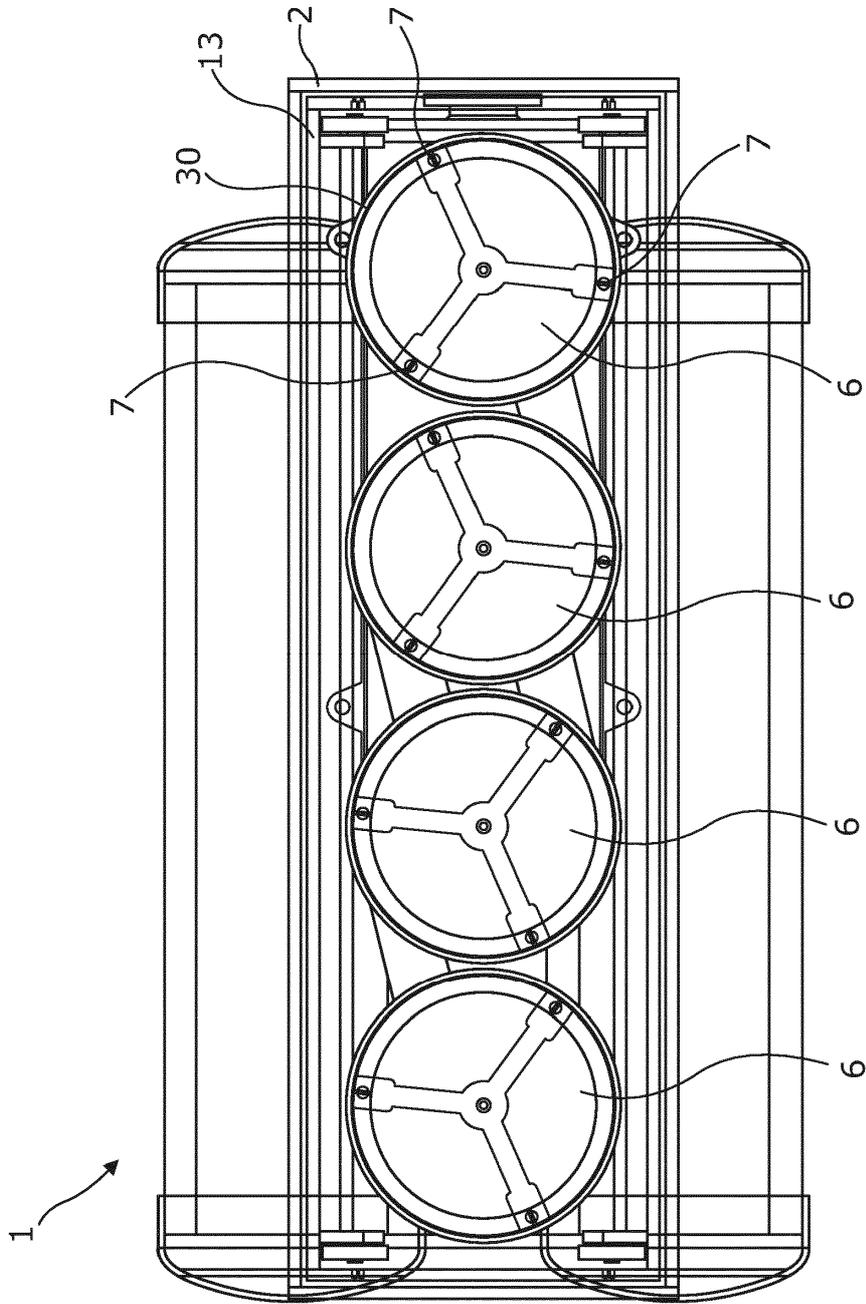


Fig. 3

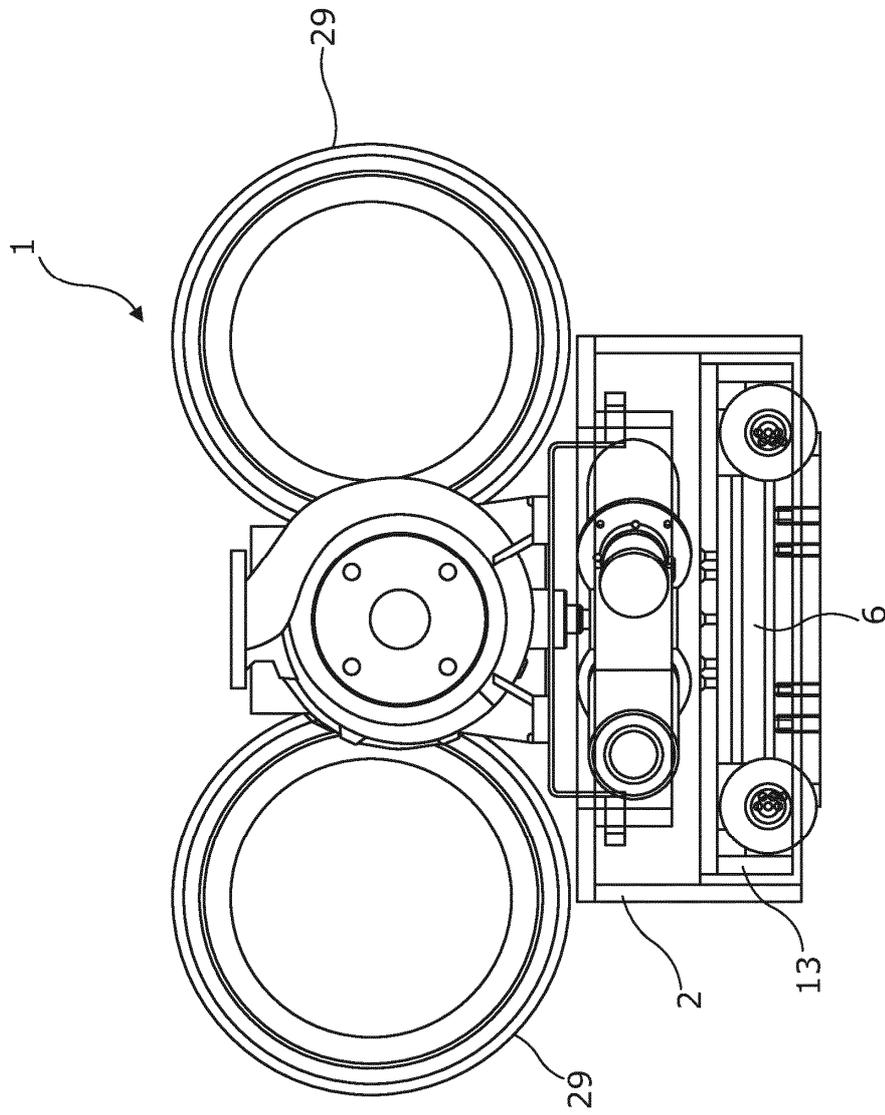


Fig. 4

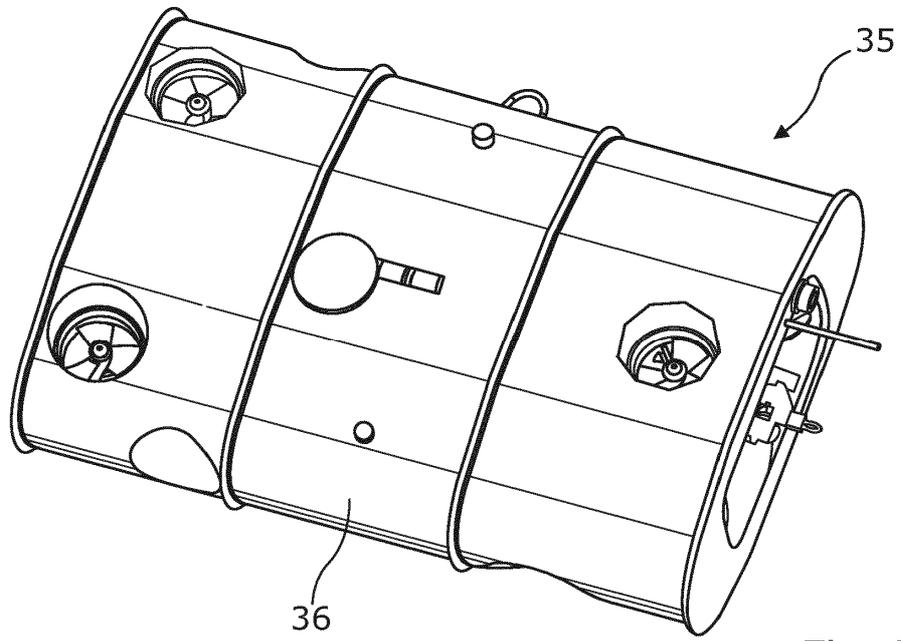


Fig. 5

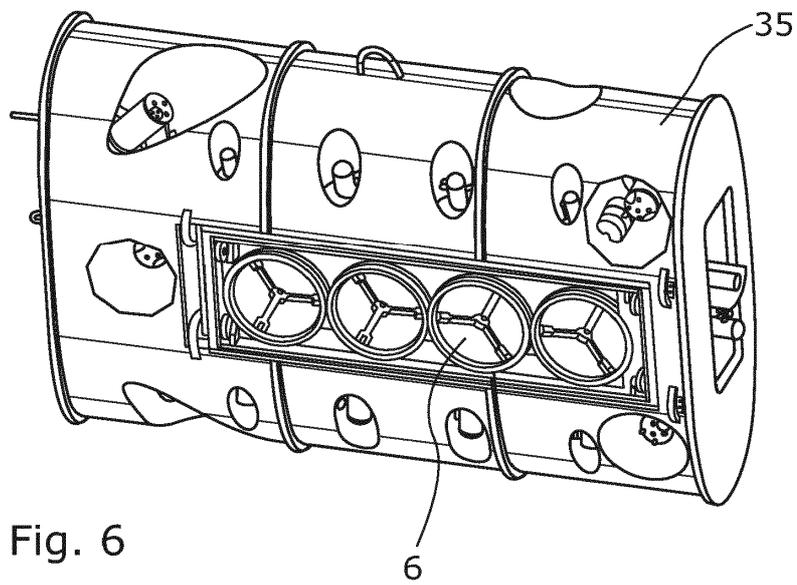


Fig. 6

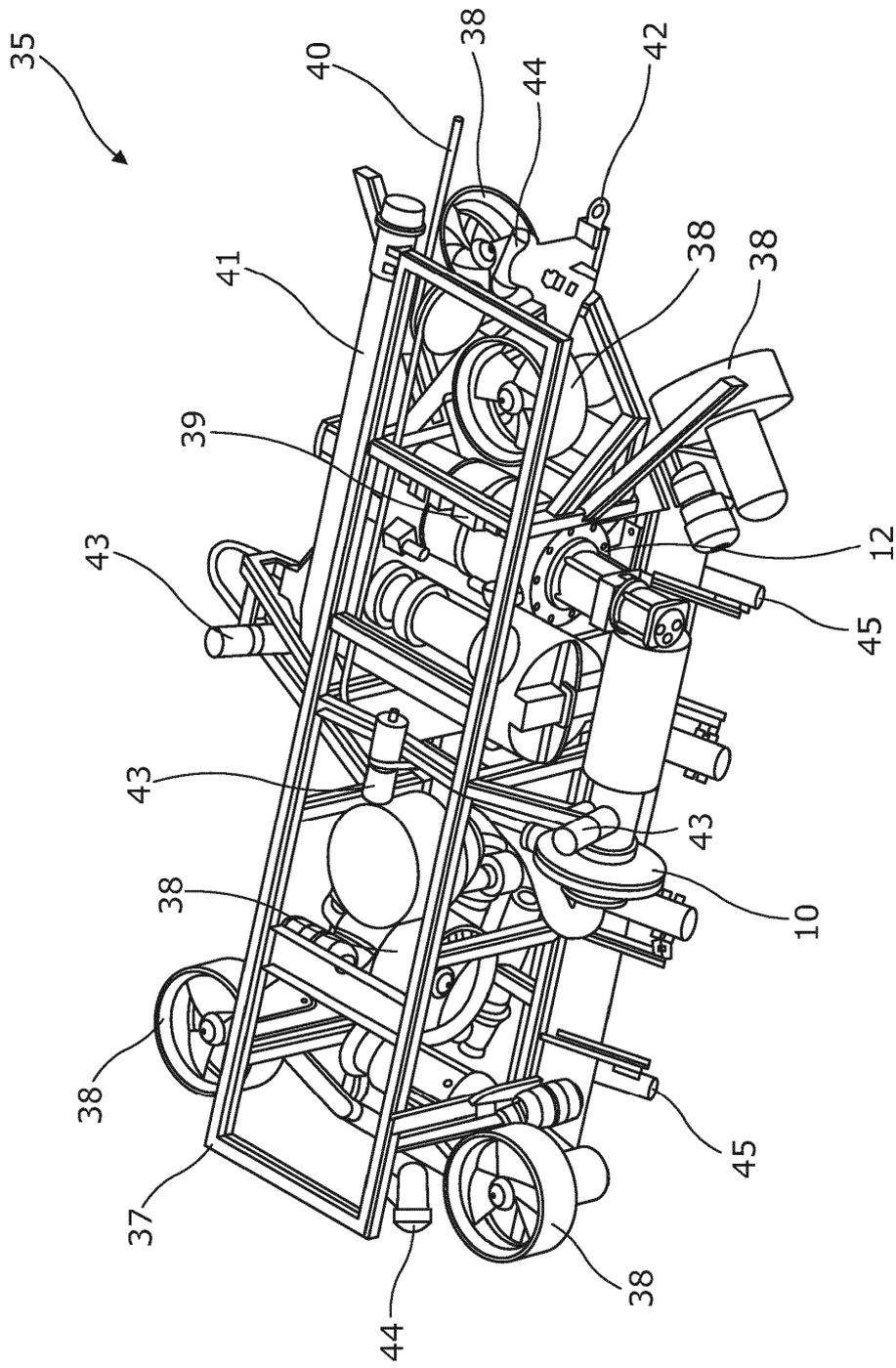


Fig. 7

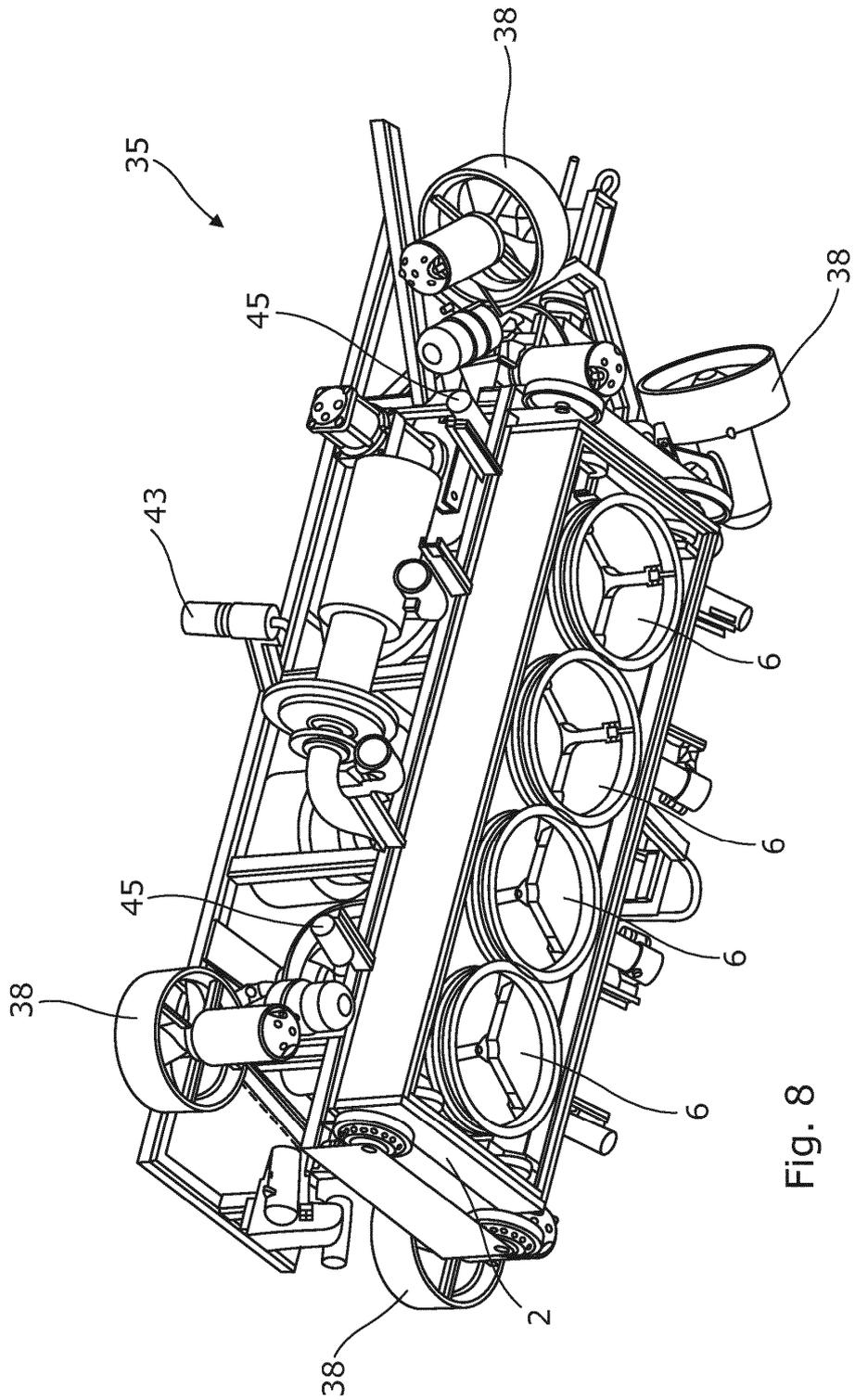


Fig. 8

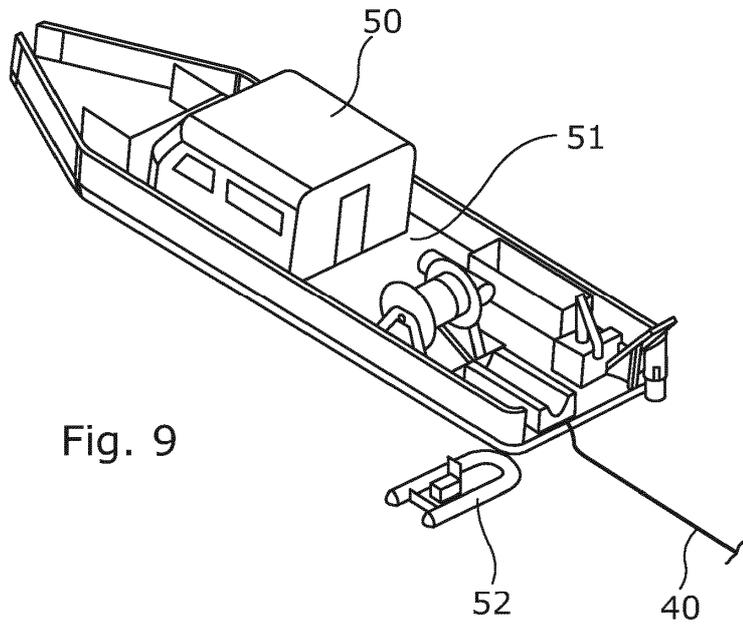


Fig. 9

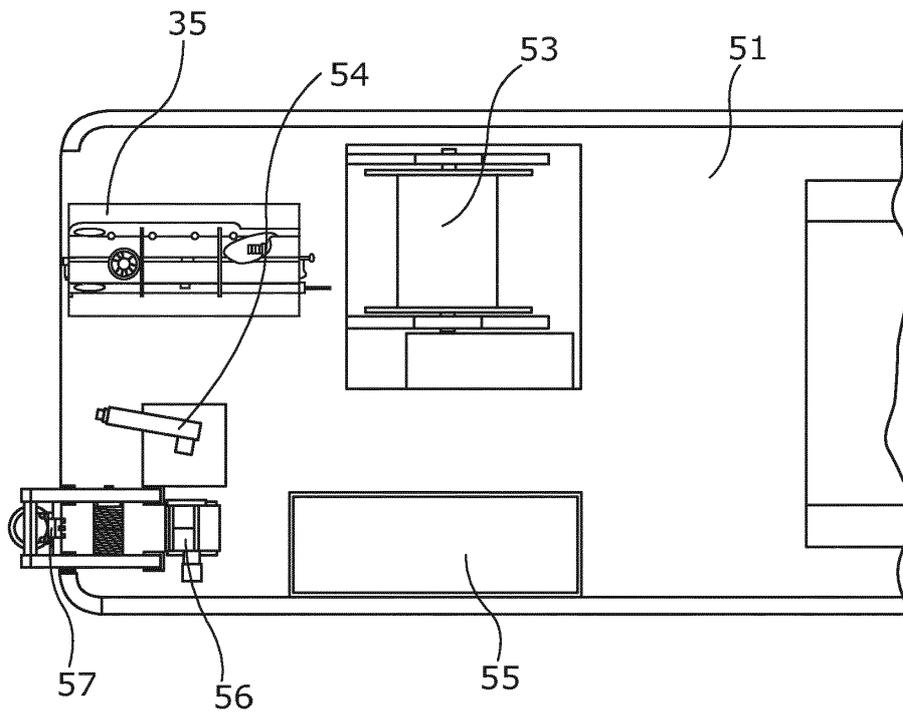


Fig. 10