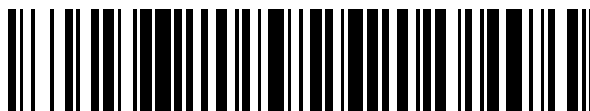


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 162**

51 Int. Cl.:

B63B 1/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2014 E 14157871 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2915735**

54 Título: **Sistema de lubricación de aire y nave que comprende este sistema**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.09.2016

73 Titular/es:

**SILVERSTREAM TECHNOLOGIES B.V. (100.0%)
Doctor Willem Dreesweg 2, Suite 94A
1185 VB Amstelveen, NL**

72 Inventor/es:

**JOHANNESSON, JOHANNES;
SILBERSCHMIDT, NOAH y
CLAUSEN, JØRGEN**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 584 162 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 lubricación de aire y nave que comprende este sistema

5 Campo de la invención

[0001] La invención se refiere a un sistema para suministrar una capa de lubricación en aire entre un fondo sustancialmente plano del casco de una nave y el agua que fluye bajo el fondo, cuando se mueve la nave a través del agua, cuyo sistema comprende paredes laterales y una pared superior que define una cavidad con una abertura situada en un plano de interfaz que es transversal a las paredes laterales, sustancialmente a nivel del fondo plano, la abertura con un extremo frontal y un extremo posterior, cuando se ve en dirección longitudinal a la cavidad, una entrada de aire distanciada de la abertura de la cavidad, la cavidad con una longitud L_c , una distancia de la pared superior del plano de interfaz H_c y una anchura W , donde la proporción L_c/H_c está en la gama de 7:1 a 13:1, la proporción W/H está en el rango de 1.3:1 a 2.5:1 y la proporción L_c/W está en el rango de 3.5 a 1 a 7:1, se proporciona a la cavidad al menos un deflector de agua, el deflector se extiende sustancialmente a través de la anchura de la cavidad y tiene un extremo inferior separado a una distancia inferior desde el plano de interfaz y un extremo superior separado a una distancia mayor desde la pared superior.

[0002] La invención también se refiere a una nave con un casco que presenta una línea central, lados opuestos y un fondo sustancialmente plano, la nave presenta un número de sistemas de lubricación de aire.

Antecedentes de la invención

[0003] Tal sistema y la nave se conocen de WO 2013/125951, solicitada a nombre del solicitante. En esta publicación se describe que la lubricación eficaz en aire de un fondo plano de una nave se consigue mediante una cavidad abierta de un tamaño relativamente pequeño e inyectando aire en la cavidad a una presión hidrostática, como la que se forma en una interfaz de agua/aire sustancialmente plana en la altura del fondo. A esta interfaz, el aire se mezcla en el agua debido al efecto de mezcla Kelvin Helmholtz y un flujo de burbujas de aire escapa por la parte posterior de la cavidad.

[0003] Se han descubierto tales cavidades para ofrecer una manera estable y eficaz de proporcionar una capa de burbujas a lo largo del fondo, de reducir la resistencia de rozamiento, de manera que la ganancia de energía como resultado de la fricción reducida durante la propulsión sobrepasa, en gran medida, la energía extra requerida para inyectar aire a presiones hidrostáticas en la cavidad.

[0004] Para facilitar el vaciado de la cavidad durante el inicio, se describe un número de deflectores de onda curvada que se extienden transversalmente a través de la cavidad. Los deflectores de onda reducen las turbulencias dentro de la cavidad y provocan que se retenga aire dentro de la cavidad durante un periodo de tiempo más largo, de manera que se requieren compresores de capacidad reducida para una inyección de aire menos potente durante el inicio.

[0005] En US 6,145,459, se ha descrito un sistema de lubricación de aire en el que se inyecta aire a lo largo del casco en un ángulo hacia la popa, por medio de una ranura conectada a una cavidad, que contiene aire comprimido en la superficie interna del casco.

[0005] Se coloca un hilo arriba del punto de salida de la ranura del casco para provocar turbulencias que desintegren el volumen de aire, para que se formen burbujas pequeñas.

[0005] El sistema ya conocido tiene como desventaja que la inyección de aire requiere presiones relativamente altas y que es relativamente ineficiente, en vistas a la potencia requerida para la lubricación frente a la reducción de la resistencia de rozamiento.

[0005] Además, el hilo del exterior del casco es relativamente vulnerable, produce una resistencia adicional y puede formar un punto de fijación para suciedad, crustáceos o algas.

[0006] JP 2002-2582 A describe una nave con cavidades de aire, que tiene una cavidad y una cuña ascendente especial, que se proyecta por debajo del nivel de fondo para la creación de una baja presión dentro de la cavidad.

[0006] Se suministra aire a la cavidad sin necesidad de un compresor para crear baja presión.

[0006] Dentro de la cavidad, una parte delantera inferior produce una interfaz de aire/agua desigual y turbulenta que provoca la mezcla de agua y aire.

[0006] Las burbujas de pequeño tamaño, que tienen una presión interna relativamente baja salen por el fondo de la cavidad, el tamaño de la burbuja decrece a causa de la presión de agua cuando las burbujas recorren el fondo del casco a lo largo.

[0006] El sistema de lubricación ya conocido es relativamente ineficiente, puesto que funciona a una presión no controlada, creada dentro de la cavidad y falla para formar una interfaz de aire/agua plana que está nivelada con el fondo plano, de manera que permite la mezcla de aire y agua por el efecto Kelvin Helmholtz a lo largo de dicha interfaz en su totalidad y una salida de la cavidad sin restricción a lo largo de la interfaz sobre el fondo en una capa bien definida y adecuadamente limitada.

[0007] El documento que constituye la técnica más similar es WO 2012/010158.

[0008] Por lo tanto, el objeto de la presente invención es el de proporcionar un sistema para lubricación de aire con una eficiencia mejorada durante el inicio y que muestra inestabilidades reducidas dentro de la cavidad.

5 Otro objeto es proporcionar un sistema y una nave que reduce perturbaciones en el agua en caso de no haber aire en la cavidad y una interfaz de aire/agua estable dentro de la cavidad durante el balanceo.

[0009] De nuevo un objeto es proporcionar una distribución mejorada de las cavidades a lo largo del fondo para aumentar la lubricación de aire.

10 [0010] Además, la invención trata de proporcionar un control mejorado y seguridad en el sistema de lubricación de aire.

[0011] Es otro objeto de la invención proporcionar un sistema de lubricación de aire con unas características de corriente de aire mejoradas.

15 Resumen de la invención

[0012] Según la invención, el sistema aquí descrito se caracteriza por el hecho de que el deflector tiene una parte larga (29) que se extiende en la dirección longitudinal a la cavidad sobre al menos el 5%, preferiblemente al menos un 10% de la longitud de cavidad L.

20 [0013] Según la invención, el deflector de onda estabiliza el flujo dentro de la cavidad. Mediante un deflector de onda dentro de la cavidad con una dimensión relativamente larga en dirección longitudinal a la cavidad, esta se puede llenar de aire de forma eficaz mientras la nave está navegando, p.ej., a una velocidad de 20 nudos.

25 En funcionamiento, el deflector protege eficazmente la cavidad llena de aire de la entrada de agua por las olas y el balanceo de la nave y la parte larga del deflector mantiene estable la superficie del agua dentro de la cavidad durante los balanceos, de manera que se garantiza una operación estable en la cavidad.

30 En el caso de las naves de vela que no tienen aire dentro de la cavidad, según los resultados de la invención, la parte larga del deflector también produce un flujo de agua tranquilo con una resistencia reducida.

[0014] Como se utiliza en este caso, el término "fondo considerablemente plano" se refiere a un fondo que se extiende en un plano que puede estar en un ángulo de entre +5° y -5° a la horizontal.

35 [0015] Según la invención, el deflector puede estar formado por uno o varios miembros de placa perforada, o en forma de una red o de estructura marco.

[0016] En una forma de realización del sistema, según la invención, el deflector comprende un número de miembros deflectores, cada uno con una parte orientada en horizontal, donde el espacio en dirección longitudinal a la cavidad entre partes largas adyacentes es de entre 1% y 10 % de la longitud de cavidad L.

40 [0017] Durante la operación, el aire puede pasar de una manera uniformemente distribuida entre los deflectores hacia abajo hasta la interfaz Kelvin Helmholtz a nivel del fondo del casco. Al salir las bandas relativamente estrechas del área abierta entre deflectores adyacentes, el deflector protege eficazmente la cavidad de la entrada de olas y de la entrada de agua durante los balanceos, mientras el aire se puede mover con libertad hasta la interfaz Kelvin Helmholtz.

[0018] Las velocidades y corrientes de aire a las que el efecto Kelvin Helmholtz es eficaz se proporcionan en WO 2013/125951 en la página 4, línea 40 y página 5, línea 5, que se incorporan aquí por referencia.

50 Las burbujas formadas por el sistema de lubricación de aire, según la invención, presentan una gama de tamaño de 0.5 mm a 5 mm.

A velocidades inferiores, parece que las burbujas formadas tienen un tamaño en el extremo más alto de la gama y su medida habitual está entre los 3 mm y 5 mm de diámetro.

55 Para velocidades más altas, el tamaño de burbuja resultó ser en el extremo inferior de la gama y sus medidas fueron de entre 0.5 mm y 3 mm aproximadamente.

[0019] Las naves en las que se pueden usar las cavidades de la invención, pueden ser de menores dimensiones para uso nacional, pero son naves preferiblemente transatlánticas y pueden tener un fondo plano con una longitud de al menos 20 m hasta una longitud de 500 m.

60 El desplazamiento de agua de las naves, adecuado para su uso con el sistema de lubricación de aire, según la invención, puede ser de 10.000 toneladas o más, preferiblemente 50.000 toneladas o más y puede comprender grandes petroleros transatlánticos, graneleros, barcos portacontenedores u otros buques de carga, así como ferris, buques de crucero y otros buques de pasajeros.

65 [0020] La longitud de la cavidad puede ser de entre 2 m y 10 m, y la altura de la cavidad puede ser de entre 0,2 m y 1,5 m.

La anchura de la cavidad puede variar entre 40 cm y 2 m.

Se ha observado que las dimensiones anteriores de las cavidades son suficientes para crear un efecto de interfaz estable Kelvin Helmholtz, para generación constante de burbujas de aire y el flujo de estas burbujas en la capa límite a lo largo del fondo.

5 [0021] El tamaño de la cavidad determina tanto el volumen de aire requerido para la generación de una capa estable de burbujas de lubricación de aire, como el volumen de aire requerido para el abastecimiento de la cavidad después de la desintegración y su abastecimiento con agua.

10 Por lo tanto, optimizar el tamaño de la cavidad determina la eficacia total del sistema de lubricación de aire y la eficiencia del suministro de aire total y es decisivo para la eficiencia energética total del sistema.

Esta eficiencia energética hace que se reduzca el uso de combustible de la nave y proporciona un alto beneficio económico.

15 [0022] La cavidad puede ser de forma rectangular, pero tiene preferiblemente forma de daga o de bala en su parte delantera para mejorar la estabilidad de la interfaz de aire/agua.

[0023] Se ha observado que las cavidades en forma de daga y de bala reducen la formación de las olas en la superficie de agua abierta.

20 De esta manera, se descubrió que la cavidad llena de aire muestra una estabilidad mejorada, en comparación con una cavidad que presenta una forma rectangular en la que la desintegración se producirá con mayor rapidez.

[0024] Para otra forma de realización del sistema, según la invención, cada deflector comprende una sección horizontal, que se extiende al menos 10 cm, preferiblemente, un mínimo de 15 cm en dirección longitudinal a la cavidad, sustancialmente paralela al plano de interfaz y una sección transversal que se curva hacia arriba y que se extiende un mínimo de 10 cm en dirección longitudinal y, al menos, 5 cm, preferiblemente un mínimo de 10 cm, que ascienden desde la sección del deflector horizontal, donde la distancia entre los miembros deflectores adyacentes, en dirección longitudinal a la cavidad no es mayor de 1 m, preferiblemente no es mayor de 30 cm y la medida óptima sería que no fuese mayor que 10 cm.

30 [0025] Durante la navegación, cuando la cavidad se llena de aire, las partes curvadas hacia arriba de los deflectores de onda desvían las ondas que se dirigen hacia arriba en una dirección descendente.

[0026] En una forma de realización del sistema, según la invención, al menos tres miembros deflectores están dispuestos en la cavidad y las partes del deflector horizontal se sitúan en un plano deflector sustancialmente paralelo al plano de interfaz.

35 Preferiblemente el plano deflector está revestido de una parte sustancial de la cavidad, tal como al menos 25 % del área de superficie del plano de interfaz, preferiblemente al menos 50% y más preferiblemente de un mínimo del 75%.

40 De esta manera, la cavidad está eficazmente protegida de la entrada de olas y se mejora la estabilidad de la cavidad llena de aire.

[0027] Para otra forma de realización, el plano deflector se sitúa a una distancia de al menos 3 cm del plano de interfaz.

45 Proporcionando el plano deflector relativamente cerca de la interfaz de aire/agua, el movimiento ascendente de esta interfaz, por ejemplo, durante los balanceos, se reduce y se mejora la estabilidad de la cavidad llena de aire.

Preferiblemente, en un extremo posterior de la cavidad se inclina una pared de la cavidad posterior desde la pared principal al plano de interfaz, cuando se desplaza en una dirección hacia atrás, al menos un elemento deflector estando situado en la parte inferior de la pared de la cavidad posterior.

50 [0028] Preferiblemente una abertura de alimentación de aire se coloca en la pared superior para conectarse a un conducto de salida del compresor.

El aire que se inyecta en la cavidad, a través de la pared superior, se desintegra uniformemente desde el principio a través de la cavidad y fluye hacia abajo a lo largo de los deflectores para formar una interfaz de aire/agua estable.

55 Proporcionando la entrada de aire en la pared superior de la cavidad, la corriente de aire en el extremo frontal permanece relativamente inalterada y se forma una interfaz óptima Kelvin Helmholtz de mezcla de aire.

Esto es especialmente favorable en el caso de que se emplee una cavidad en forma de bala o de daga.

[0029] Otra forma de realización de una nave, según la invención, tiene a cada lado de la línea central al menos tres cavidades, que se distribuyen a través del fondo en dirección longitudinal, a lo largo de una línea, que se extiende desde la línea central cerca de la proa hasta el lado respectivo.

60 Con esta distribución de cavidad con forma de "V", un manto uniforme de burbujas de aire se puede extender a través de toda la anchura del fondo.

65 Según otra forma de realización, las cavidades pueden estar dispuestas, de manera que el extremo posterior de la cavidad más cercana a la proa se sitúa más lejos de la proa que el extremo frontal, vista la cavidad adyacente en dirección a la popa.

[0030] En caso de una nave con una popa en punta y el consecuente fondo plano que conforma, las cavidades siguen teniendo forma de casco para una distribución óptima de lubricación de aire, a través de la anchura del fondo. La distribución en forma de abanico de las cavidades produce una fuerza mejorada del fondo, en comparación con la caja donde las cavidades se alinean en dirección longitudinal a la nave.

[0031] Para una distribución eficaz de burbujas de aire a través del casco, en la zona cerca de la proa, las dos mayores cavidades frontales se sitúan a una distancia predeterminada desde la línea central y las dos cavidades adicionales más cercanas a la popa se sitúan a una distancia menor desde la línea central. Las cavidades centrales, incluidas dentro de los límites de la distribución con forma de "V", proporcionan una lubricación de aire adicional a lo largo de la línea central de la nave.

[0032] Las cavidades que se extienden uniformemente en dirección transversal proporcionan una buena distribución de lubricación de aire a lo largo del fondo plano. Las cavidades situadas más cercanas a la línea central están confeccionadas para propagar las líneas de flujo en el centro y se descubrió que dependían en posición de la estabilidad del agua tras toparse con el frente de la nave. Sorprendentemente, los inventores encontraron la ubicación central de las cavidades situadas más cercanas, después de un extenso análisis CFD.

[0033] Para un control apropiado de la corriente de aire de cada cavidad y, con el propósito de proporcionar un sistema redundante en caso de fallo, según la invención, una nave comprende para cada cavidad o par de cavidades en lados opuestos de la línea central a una posición longitudinal predeterminada, un compresor correspondiente para inyectar el aire en la cavidad a una presión, que corresponde sustancialmente con la presión hidrostática de cada cavidad.

Al proporcionar un compresor para cada cavidad, la corriente de aire que fluye en cada cavidad se puede controlar de forma eficaz, ajustando la salida del compresor.

Esto es mucho más eficiente energéticamente que proporcionar un compresor único y controlar la corriente de aire para cada cavidad mediante la válvula respectiva.

La retroadaptación de una nave con cavidades de aire, también se facilita por el uso de un compresor individual para cada cavidad en vez de usar un único compresor pesado.

Finalmente, el uso de una pluralidad de compresores de dimensiones menores es favorable desde el punto de vista de los costes con respecto al uso de un único compresor grande.

[0034] La nave puede comprender cerca de su proa un puente de soporte, situado en la parte inferior al nivel de la cubierta superior y los compresores se sitúan en el puente de soporte.

[0035] La abertura de entrada de aire en la pared superior de la cavidad, puede comprender una sección con un diámetro relativamente amplio que gradualmente se estrecha en una sección de conducto de diámetro menor. El diámetro de la abertura de entrada de aire puede ser de entre 15 y 40 cm.

[0036] La entrada de aire ensanchada se inventó para una reducción eficaz de la velocidad del aire en la entrada, que dio como resultado una interfaz Kelvin Helmholtz inalterada y una mezcla óptima consecuente de agua/aire.

Breve descripción de los dibujos

[0037] Algunas formas de realización de un sistema de lubricación de aire, según la invención, y de una nave que comprende tal sistema se describen en detalle con referencia a los dibujos anexos, mediante un ejemplo no limitativo. En el dibujo:

Fig. 1 muestra una vista esquemática lateral de una nave que incluye un sistema de lubricación de aire, según la invención,

Fig. 2 muestra una vista en perspectiva de un sistema de lubricación de aire, según la invención,

Fig. 3 muestra una vista en sección transversal del sistema de la Figura 2,

Fig. 4 muestra una vista esquemática lateral de una cavidad con un deflector largo, según la invención,

Figuras 5a-5c muestran diferentes formas de realización de un deflector, según la invención,

Fig. 6 muestra una vista de una nave parcialmente transversal, que comprende un compresor respectivo para cada cavidad, situado en un puente de soporte cerca de la proa,

Fig. 7 muestra un número de cavidades cerca de la proa en una configuración con forma de "V" y

Fig. 8 muestra una forma de realización de una cavidad en forma de bala con la parte delantera redondeada.

Descripción detallada de la invención

[0038] La Figura 1 muestra una nave 1 con una longitud L_v de entre 20 m y 500 m y una anchura de entre 5 m y 75 m.

La nave 1 puede tener un desplazamiento de agua de al menos 10000 toneladas, preferiblemente, un mínimo de 50000 toneladas y es una nave transatlántica.

La nave 1 tiene un casco 4 con una proa 2, una popa 3, los lados 5, un fondo sustancialmente plano 6 y un propulsor 10.

ES 2 584 162 T3

Las cavidades de lubricación en aire 7,8, que se abren en el plano del fondo 6, se distribuyen a lo largo del fondo 6 para generar una capa de burbujas 9, que van hacia la popa 3, a lo largo del fondo plano 6.

Los compresores 11,12 están conectados a cada cavidad 7,8 para suministrar el aire a una presión hidrostática dentro de cada cavidad, a nivel de calado predominante de la nave.

5 Los compresores 11,12 están conectados mediante un conducto de salida de aire 14 a las cavidades 7,8 y forman un conducto de entrada de aire 13, tomando el aire del ambiente.

Los compresores 11,12 están controlados por un controlador 15, para regular el suministro de aire, con dependencia de la velocidad de navegación, del estado del mar y durante el inicio y la pausa.

10 [0039] Los inventores han observado que los siguientes principios básicos requieren un diseño apropiado del sistema de lubricación de aire de la Figura 1:

[0040] La Figura 2 muestra un sistema de lubricación de aire 16 que se ha construido como un módulo integral, que forma una cavidad 33, que se puede equipar en el fondo 6 del casco 4 de la nave 1.

15 El sistema 16 comprende paredes laterales 18,18' y una pared superior 19.

Las paredes laterales 18, 18' se soportan en un reborde 17 que se puede soldar en el fondo plano 6 de la nave 1.

Las paredes laterales 18,18' delimitan una abertura 20 que está sustancialmente nivelada en la superficie inferior plana de la nave, la abertura 20 que forma un plano de interfaz de aire/agua donde aire se mezcla en el agua, debido al efecto mezcla Kelvin Helmholtz.

20 Las burbujas de aire que se mezclan con el agua en el plano de interfaz dejan que la cavidad a lo largo del borde posterior 21 pase sin dificultad desde la cavidad hacia el fondo y circule sin límite a lo largo del fondo plano 6 en dirección a la popa 3.

25 La parte de pared curvada en forma cóncava e inclinada hacia abajo 27 conecta la pared superior 19 con el borde posterior 21 para guiar el aire y el agua por dentro de la cavidad, según un patrón de flujo libre hacia el punto de salida, situado a lo largo del borde inferior 21.

[0041] El extremo frontal 22 de la cavidad 33 tiene forma de daga y una entrada de aire 23 se sitúa en la pared superior 19.

La entrada de aire 19 se puede conectar a uno de los conductos de salida de aire 14 de los compresores 11,12.

30 [0042] Dentro de la cavidad 33, un número de deflectores de onda curvados 24,25,26 se extiende a través de la anchura W de la cavidad y se conecta a las paredes laterales 18, 18'.

La longitud L_c de la cavidad 33 puede ser de aproximadamente 4 m, la anchura W es de aproximadamente 75 cm y la altura H_c de aproximadamente 45 cm.

35 Las paredes laterales 18, 18' pueden tener un grosor de 16 mm, mientras que el reborde 17 y la pared superior 19 puede tener un grosor de 20 mm.

[0043] Los inventores han descubierto que los siguientes principios básicos requieren un diseño de sistema de lubricación de aire apropiado:

40 [0044] Los deflectores de onda dentro de la cavidad estabilizan el flujo de agua dentro de la cavidad. Este hecho es importante por dos motivos: en primer lugar, los deflectores permiten rellenar la cavidad de aire durante la velocidad de la nave.

45 En segundo lugar, los deflectores minimizan la resistencia de la cavidad mientras el sistema no está en funcionamiento (sin entrada de aire).

[0045] Los deflectores de onda se deben posicionar sobre el plano de interfaz de la cavidad para conseguir que un flujo de agua inalterado pase por la cavidad durante la velocidad de la nave.

Cuando la cavidad está llena de aire, los deflectores quedan libres de la superficie del agua.

50 Estos también ayudan a que la superficie del agua se mantenga estable durante los balanceos de la nave.

[0046] La pendiente en la pared posterior de la cavidad ayuda a liberar sin dificultad las burbujas de aire en la capa límite de la nave y está diseñada para ayudar a inyectar las burbujas que se forman por la mezcla Kelvin Helmholtz en la capa límite de la superficie de la nave más próxima, minimizando la dispersión vertical y optimizando la reducción de la resistencia.

55 [0047] La forma del frente de la cavidad, es decir, forma de cuña o de bala controla el flujo de agua, minimiza la inestabilidad de las olas en la interfaz de aire/agua y mejora la mezcla uniforme de aire en la capa límite por el efecto Kelvin Helmholtz.

60 [0048] Se debe elegir la suficiente longitud de la cavidad para crear un efecto estable de mezcla de aire Kelvin Helmholtz para la generación constante de burbujas de aire y un flujo de burbujas de aire en la capa límite.

65 [0049] La posición relativa de las cavidades bajo el casco es importante para maximizar el área de superficie del casco lubricada en aire.

[0050] El tamaño de la cavidad determina tanto el volumen de aire requerido para generar burbujas de aire de forma estable como la requerida para recuperación de la cavidad después de la desintegración en la bolsa de aire. Al optimizar el tamaño de la cavidad, se determina la eficacia de lubricación total y la eficiencia de la generación de aire total.

5 [0051] Como se muestra en la Figura 3, cada uno de los deflectores de onda 24,24';-26,26' tiene una parte horizontal 29, que se extiende a una distancia h_1 de aproximadamente 5 cm del plano de interfaz abierto 30, donde la capa límite está situada entre el aire dentro de la cavidad 16 y el agua que fluye a lo largo del fondo plano 6. La parte horizontal del deflector de onda 29 tiene una longitud L_{wh} de aproximadamente 20 cm y la parte curvada del deflector de onda 31 tiene una longitud L_{wc} de aproximadamente 20 cm. La distancia h_u de las partes del deflector de onda horizontal 29 desde la pared principal 19 de aproximadamente es 30 cm.

10 Las partes horizontales 29 de todos los deflectores de onda se sitúan básicamente a la misma altura en un plano deflector 32. La altura h_c de la parte curvada del deflector es de aproximadamente 11 cm. La distancia g_l entre deflectores de onda adyacente 24,24' es aproximadamente de 5 cm. El área de superficie proyectada de los deflectores de onda 24-26; en el plano de interfaz 30 cubre al menos un 25%, preferiblemente al menos un 50% y de la forma más preferible al menos un 75% del área de superficie del plano de interfaz.

20 [0052] La entrada de aire 23 dispone de una conexión de sección relativamente amplia 34 a un conducto de salida de compresor de diámetro menor 35, cuya parte ancha reduce la velocidad del aire y proporciona una entrada de flujo de aire gradual en la cavidad 3.

25 [0053] Fig. 4 muestra una representación esquemática de un sistema de lubricación de aire 16, que comprende un número de miembros deflectores fundamentalmente horizontales 34, 34'. Los miembros deflectores 34,34' pueden ser bandas separadas soportadas a través de la anchura de la cavidad o pueden ser parte de un deflector unitario 28 de un tipo como el que se muestra de forma esquemática en las Figuras 5a-5c.

30 [0054] En la forma de realización de la Figura 5a, el deflector 28 comprende un cuerpo formado de placa con un número de ranuras 36,36'. Las partes largas del deflector 34,34' son la parte de un deflector unitario con forma de placa 28.

35 [0055] En la forma de realización de la Figura 5b, el deflector 28 tiene forma de placa perforada. Los agujeros 37,37' definen las partes largas del deflector 34, 34'.

[0056] En la forma de realización de la Figura 5c, el deflector 28 tiene forma de red o de armazón, donde los miembros deflectores largos 34,34' se interconectan por vigas transversales 35,35'.

40 [0057] Como se puede observar en la Figura 6, se soporta un número de compresores 11 en un puente de soporte de compresor 40 cerca de la proa 2 de la nave 1. Otros compresores 12 están situados cerca de la proa 2 a nivel de la cubierta superior 41. Se proporciona un compresor 11,12 para cada cavidad 7,8.

45 [0058] En la Figura 7, se muestra que un número de cavidades 54,54'-59,59' se distribuye a lo largo de las líneas que van desde la línea central 50 a los lados 51,52, cuando entran en una dirección posterior. Se proporcionan dos cavidades centrales 53,53' en la proximidad a la línea central 50. La línea central de las cavidades 54-59' está en un ángulo pequeño con respecto al eje 50. Para las cavidades 54, 55, 56 y 57, y 54', 55', 56' y 57', la parte delantera 70 se localiza más cerca de la proa 2 que la parte posterior 71 de la cavidad anterior. Este "solapamiento" proporciona una distribución uniforme de burbujas de aire a través del fondo plano 6.

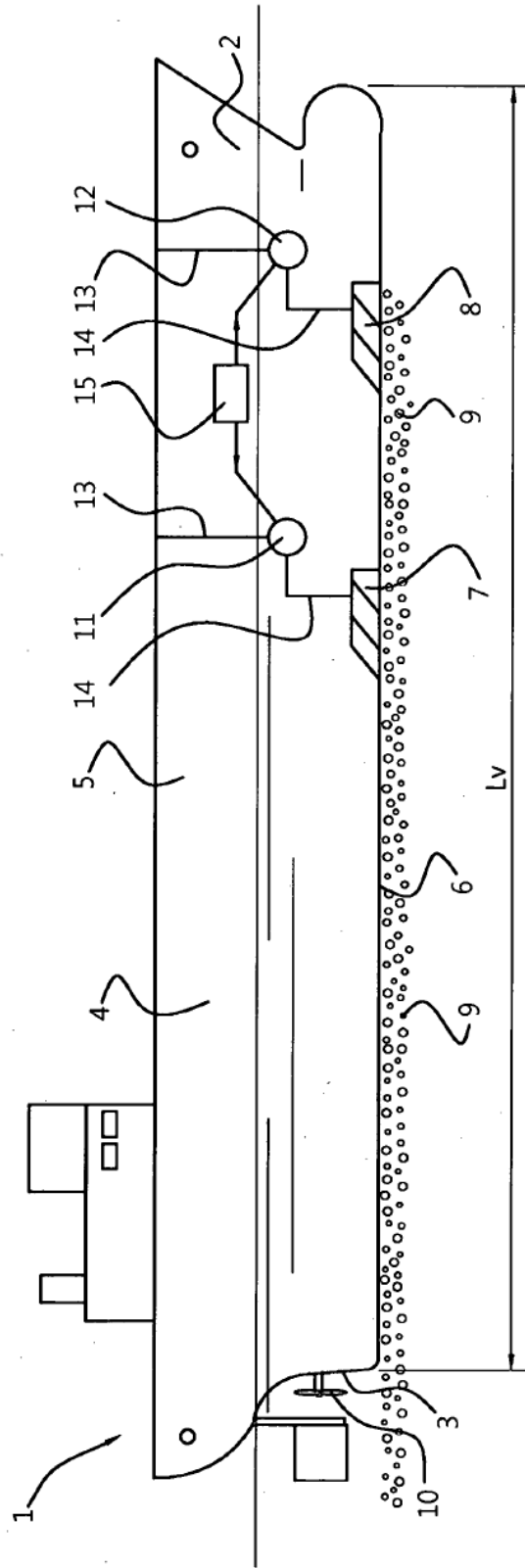
50 [0059] Como se puede observar en la Fig. 8, la cavidad 33 tiene en su extremo frontal 22 una cabeza redondeada, tal como tiene que ser para tener forma de bala. Se ha observado que tanto el extremo frontal redondeado 22 en forma de bala, como el extremo frontal en forma de daga suponen la formación de una interfaz de aire/agua estable dentro de la cavidad 33, sin formación de onda a lo largo del plano de interfaz.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema (16) para suministrar una capa de lubricación de aire entre el fondo fundamentalmente plano (6) del casco (4) de una nave (1) y agua que fluye bajo el fondo cuando la nave está en movimiento a través del agua, sistema que comprende paredes laterales (18,18') y una pared superior (19) que define una cavidad (33) con una
- 10 abertura (20) situada en un plano de interfaz (30), que es transversal a las paredes laterales, sustancialmente a nivel del fondo plano (6), la abertura tiene un extremo frontal (22) y un extremo posterior (21), vistos en dirección longitudinal a la cavidad; una entrada de aire (23) distanciada de la abertura (20) de la cavidad, la cavidad con una longitud (Lc), una distancia de la pared superior (19) del plano de interfaz (30) (Hc) y una anchura (W), donde la proporción Lc/Hc está en el rango de 7:1 a 13:1, la proporción W/H se encuentra en un rango de 1,3:1 a 2,5:1 y la proporción Lc/W está en el rango de 3,5 a 1 a 7:1, al menos un deflector de agua (24,24',25,25',26,26')
- 15 proporcionado en la cavidad; el deflector que se extiende sustancialmente a través de la anchura (W) de la cavidad y tiene un extremo inferior separado a una distancia inferior desde el plano de interfaz (30) y un extremo superior separado a una distancia superior desde la pared principal (19), **caracterizado por el hecho de que** el deflector tiene una parte larga (29,34,34') que se extiende en dirección longitudinal a la cavidad sobre al menos un 5%, preferiblemente al menos un 10% de la longitud de cavidad L, donde un área proyectada de, al menos, un miembro deflector (24,24'-26,26') en el plano de interfaz (30) cubre al menos un 25%, preferiblemente al menos 50% y de la forma más preferible al menos un 75% del área de superficie del plano de interfaz.
- 20 2. Sistema según la reivindicación 1, donde la longitud (Lc) de la cavidad es de entre 2 m y 10 m, la distancia (Hc) de la pared superior (19) del plano de interfaz (30) es de entre 0,2 m y 1,5 m y la anchura W es de entre 0,5 m y 1,5 m.
- 25 3. Sistema (16) según la reivindicación 1 o 2, donde el deflector comprende un número de miembros deflectores, cada uno con una parte larga, donde existe un espaciado en dirección longitudinal de la cavidad entre partes largas adyacentes de entre 1 % y 10 % de la longitud de cavidad L.
- 30 4. Sistema (16) según la reivindicación 1, 2 o 3, donde cada miembro deflector comprende una sección horizontal (29), que se extiende al menos 10 cm, preferiblemente al menos 15 cm en dirección longitudinal de la cavidad, fundamentalmente paralela al plano de interfaz (30) y una sección transversal curvada hacia arriba (31), que se extiende al menos 10 cm en dirección longitudinal y al menos 5 cm, preferiblemente al menos 10 cm hacia arriba de la altura de la sección del deflector horizontal, donde la distancia (gl) entre los miembros deflectores adyacentes en dirección longitudinal de la cavidad no es mayor de 1 m, preferiblemente no es mayor de 30 cm y de la forma más preferible no es mayor de 10 cm.
- 35 5. Sistema (16) según la reivindicación 4, donde se proporcionan al menos tres miembros deflectores (24,24'-26,26'), las secciones del miembro deflector horizontal (19) están situadas en un plano deflector (32) sustancialmente paralelo al plano de interfaz (30).
- 40 6. Sistema (16) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el plano deflector (32) se sitúa a una distancia (hl) de al menos 3 cm del plano de interfaz (30).
- 45 7. Sistema (16) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde en un extremo posterior (21) de la cavidad (33) una pared de la cavidad posterior (27) está inclinada desde la pared principal (19) al plano de interfaz (30) cuando se desplaza en una dirección posterior, al menos un miembro deflector (24) está situado bajo la pared posterior de la cavidad inclinada (27).
- 50 8. Sistema (16) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, cuya anchura (W) de la cavidad es de entre 40 cm y 2 m.
9. Sistema (16) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye una abertura de alimentación (23) de aire en la pared superior para la conexión a un conducto de salida de compresor (14).
- 55 10. Nave (1) que comprende un casco (4) y un sistema (16) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, la nave con un fondo sustancialmente plano (6), un dispositivo de propulsión (10) para la navegación de la nave, el plano de interfaz (30) estando fundamentalmente a nivel del fondo plano (6).

60

Fig. 1



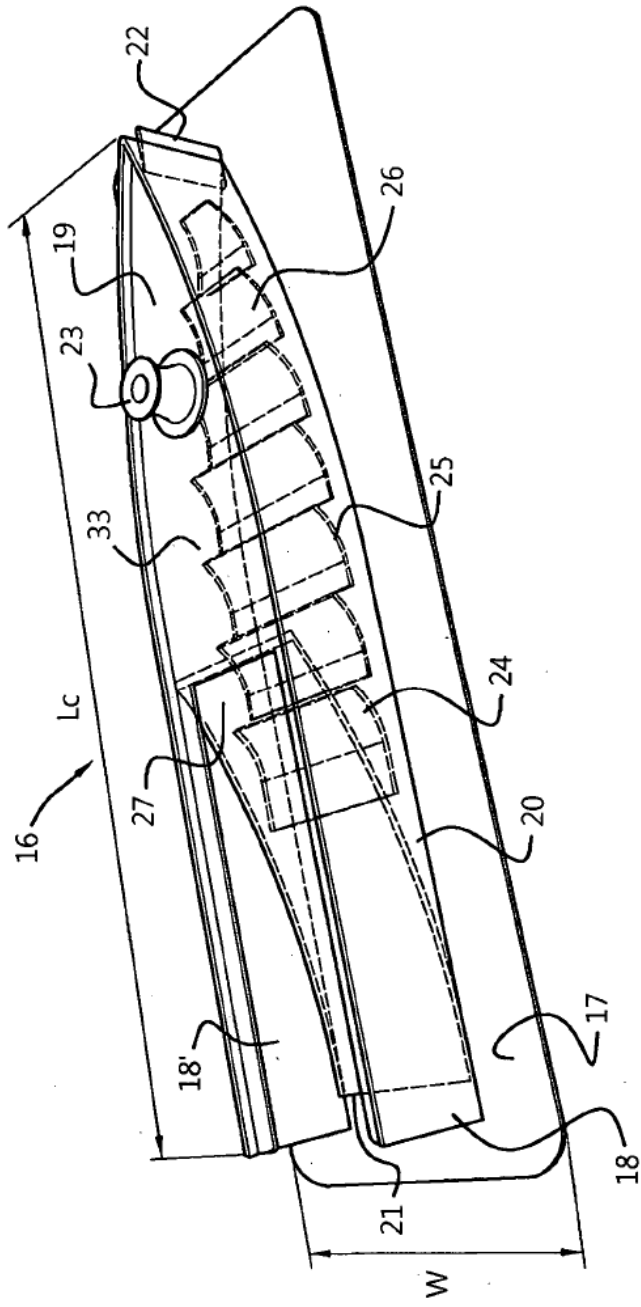


Fig. 2

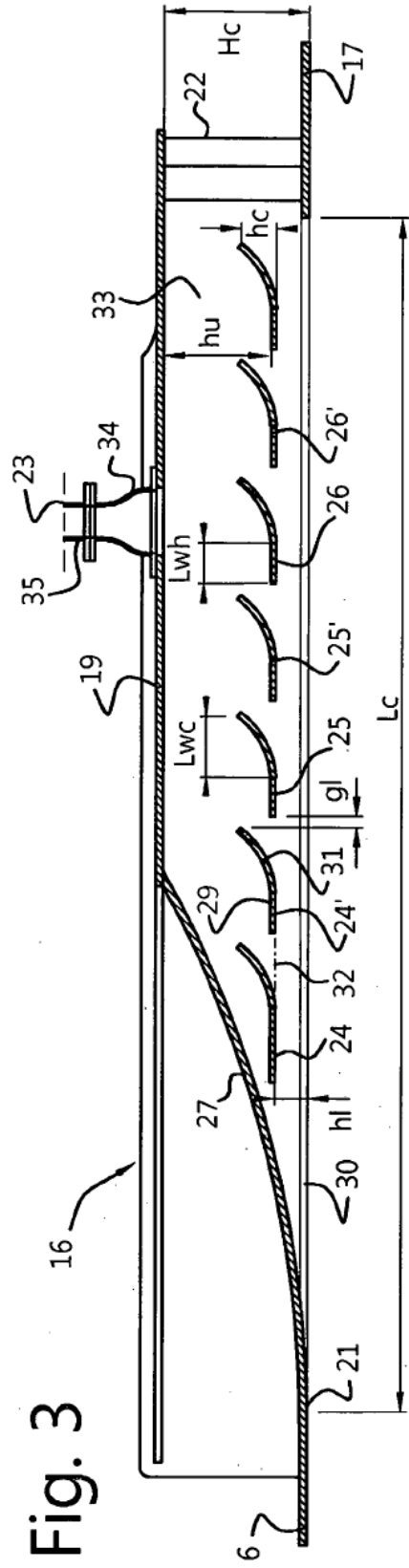


Fig. 3

Fig. 4

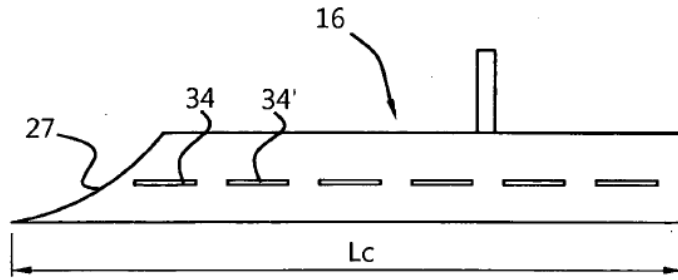


Fig. 5a

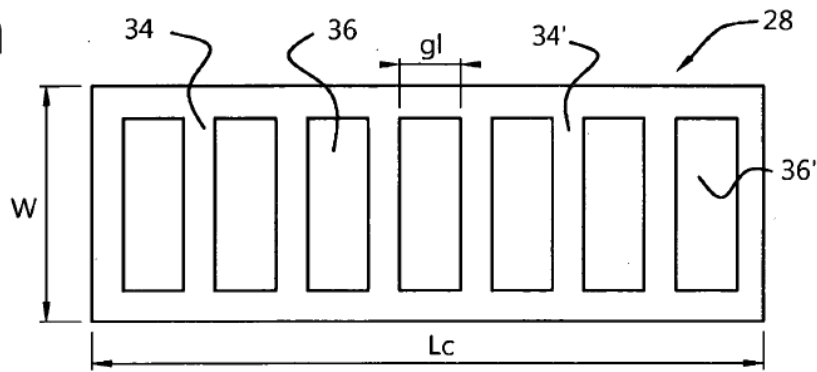


Fig. 5b

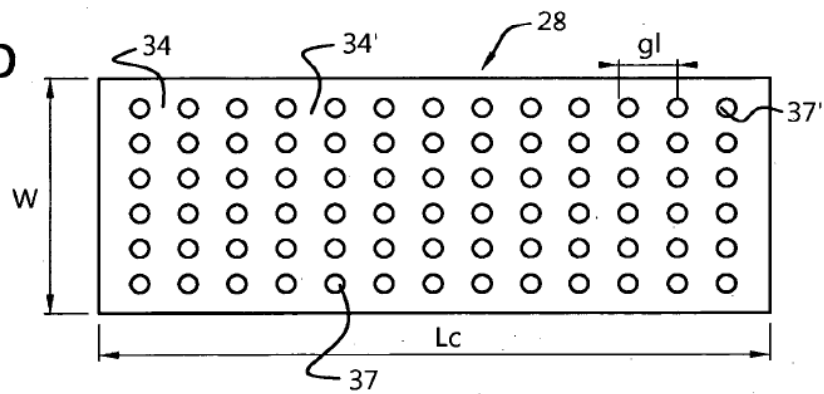


Fig. 5c

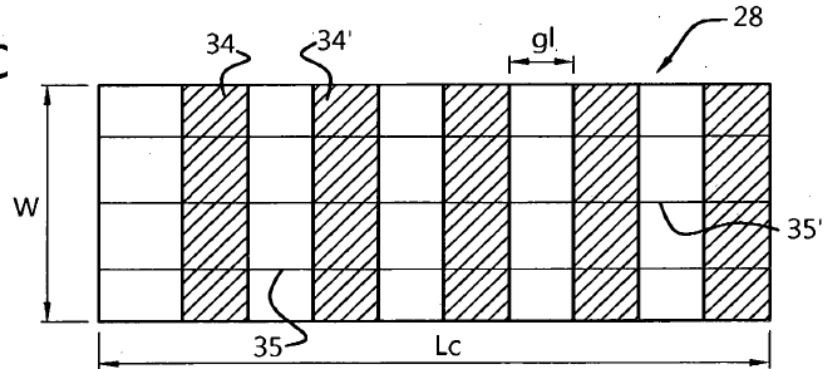


Fig. 6

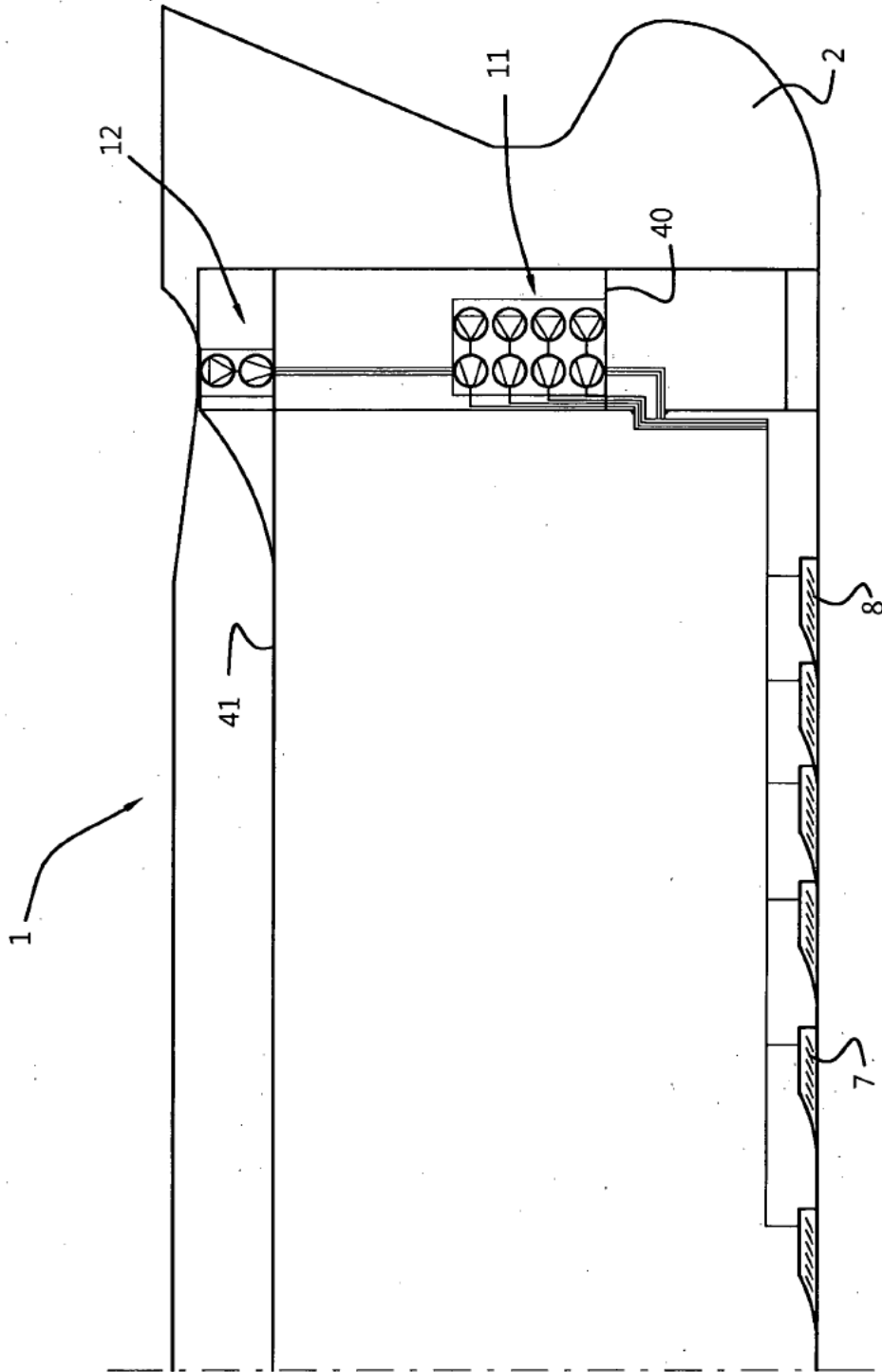


Fig. 7

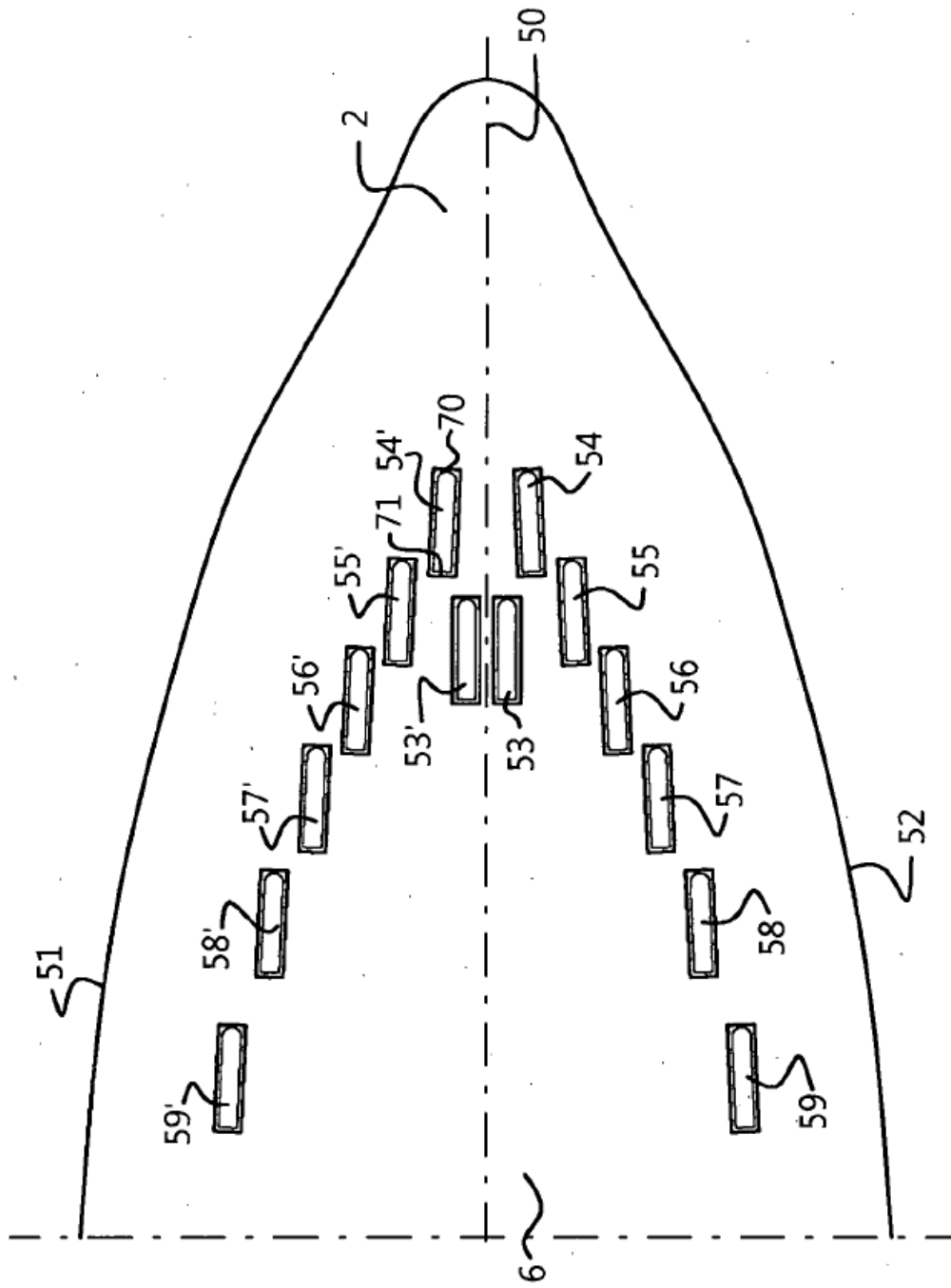


Fig. 8

