

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 740 824**

51 Int. Cl.:

**B63B 1/38**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2016** E 16186407 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019** EP 3290325

54 Título: **Sistema de lubricación de aire con un deflector de onda para un buque**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.02.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 740 824 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 con un deflector de onda para un buque

## 5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de lubricación de aire para proporcionar una capa de lubricación de aire entre el casco de un buque y el agua que fluye bajo el casco conforme dicho buque se mueve a través del agua, donde dicho sistema dispone de una cavidad de aire que comprende paredes que comprenden paredes laterales, una pared superior y una pared posterior, dichas paredes definen dicha cavidad de aire con una abertura situada en un plano de interfaz dispuesto opuesto a dicha pared superior, la abertura con un borde circunferencial en dicho plano de interfaz al igual que un extremo frontal y un extremo posterior visto en la dirección longitudinal de la cavidad de aire, donde un deflector de onda está dispuesto dentro de o en la cavidad. La presente invención se refiere además a un buque o barco que comprende tal sistema de lubricación de aire.

## Estado de la técnica

[0002] La WO 2010/064911 describe cómo generar una capa de microburbujas en el casco de un buque de desplazamiento para reducir la resistencia a la fricción, por medio de una cavidad estando provistas en un área de fondo plano del casco de un buque, de manera que una abertura de la cavidad está en el área de fondo plano. El aire se inyecta en la cavidad con tal velocidad que el nivel de agua en la cavidad se mantiene sustancialmente en el nivel del casco del buque. Debido al movimiento hacia adelante del buque, el aire en la cavidad se moverá relativamente al agua a la velocidad en la cual el buque se mueve, o vista desde la cavidad, el agua fluirá pasado la cavidad a tal velocidad. Esta diferencia de velocidad entre el aire y el agua causa una denominada inestabilidad Kelvin Helmholtz (KHI) que resulta en una mezcla de aire y agua en la interfaz entre el agua y el aire, y en una generación consecuente de una capa de burbujas de aire de pequeñas dimensiones. El tamaño pequeño de estas burbujas de aire las hace muy estables y estas tienden a quedarse en el agua durante un periodo relativamente largo. Las burbujas pequeñas generadas en la cavidad son liberadas allí del borde posterior de la cavidad, de manera que estas forman una capa de lubricación estable que se extiende una distancia larga a lo largo del fondo del casco aguas abajo de la cavidad. De esta manera, se puede conseguir el ahorro de energía en propulsión de un buque.

[0003] La WO 2015/133901 describe la provisión de un número de deflectores de onda que se extienden transversalmente a través de la cavidad y se conectan a paredes laterales de la cavidad, donde los deflectores de onda están dispuestos para facilitar el vaciado de una cavidad de aire durante el inicio. Los deflectores de onda reducen la turbulencia dentro de la cavidad y causan que el aire sea retenido dentro de la cavidad durante un periodo de tiempo más largo de manera que se requieren los compresores de capacidad reducida para menor inyección de aire potente durante el inicio. Proporcionando un deflector de onda dentro de la cavidad con una dimensión relativamente larga en la dirección de longitud de cavidad, la cavidad se puede rellenar con aire eficazmente mientras el buque está navegando, por ejemplo a una velocidad de 20 nudos. En la operación, el deflector eficazmente protege la cavidad llena de aire de la entrada de agua debido a movimientos ondulatorios y de balanceo del buque, la parte de deflector alargada mantiene la superficie del agua dentro de la cavidad estable durante los movimientos de balanceo, de manera que se garantiza una operación estable de la cavidad. Los deflectores se sueldan a las paredes laterales.

[0004] Aunque un sistema de lubricación de aire provisto de tales deflectores de onda reduce significativamente el alargamiento del casco de un buque cuando está operativo, es decir, cuando se proporciona la capa de lubricación de aire, cuando el sistema no está operativo, las cavidades de aire aumentan el alargamiento del casco.

[0005] Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de lubricación de aire y buque con alargamiento reducido del casco del buque, incluso cuando el sistema de lubricación de aire se desconecta.

[0006] Es un objeto adicional proporcionar un sistema de lubricación de aire que es menos susceptible de que los residuos se alojen en la cavidad de aire del sistema de lubricación de aire.

[0007] La presente invención pretende además proporcionar un sistema de lubricación de aire en un volumen relativamente bajo de aire suficiente para expulsar agua de la cavidad de aire.

## 60 Resumen de la invención

[0008] Con este fin, la presente invención proporciona un sistema de lubricación de aire para proporcionar una capa de lubricación de aire entre el casco de un buque y el agua que fluye bajo el casco conforme dicho buque se mueve a través del agua, donde dicho sistema dispone de una cavidad de aire que comprende: paredes que comprenden paredes laterales, una pared superior y una pared posterior, dichas paredes definen dicha cavidad

de aire con una abertura situada en un plano de interfaz dispuesto opuesto a dicha pared superior, la abertura con un extremo frontal y un extremo posterior visto en la dirección de longitud de la cavidad de aire; una entrada de aire distanciada de la abertura, donde la longitud de la abertura de la cavidad de aire es entre 2 y 10 m, y la distancia de la pared superior del plano de interfaz es entre 0,2 m y 0,5 m; donde dicho sistema de lubricación de aire comprende además un deflector de onda que tiene una superficie inferior plana que está opuesta a dicho plano de interfaz y se extiende sustancialmente en paralelo a ellos y está dispuesto en dicha cavidad de aire con una distancia de 2 - 15 cm del plano de interfaz, donde dicha superficie inferior tiene un borde periférico que está  
 5  
 10  
 15  
 20  
 25  
 30  
 35  
 40  
 45  
 50  
 55  
 60  
 65

[0009] En este sistema, al menos el 85% del área de la abertura en dicha proyección se absorbe por el deflector de onda, mientras el aire se puede transportar en la capa de interfaz de lubricación de aire Kelvin Helmholtz vía el espacio que se extiende a lo largo de las paredes laterales y el borde periférico de la superficie inferior. La superficie inferior plana evita sustancialmente que el agua entre en la cavidad de aire cuando el sistema de lubricación de aire no está operativo, es decir cuando ningún aire se introduce a través del espacio en la capa de lubricación de aire.

[0010] Preferiblemente, en dicha proyección, el borde periférico de la superficie inferior incluye todo el deflector de onda.

[0011] Como la mayor parte de la abertura está cubierta y como la superficie inferior del deflector de onda es típicamente paralela al casco, se minimiza el riesgo de que objetos sólidos, tales como madera flotante o similar, se alojen en el espacio. Además, así se reduce la fricción.

[0012] Aunque las paredes laterales se extienden típicamente transversalmente a dicho plano de interfaz y la pared posterior puede hacer lo mismo, no es necesario que estas paredes se extiendan en perpendicular al plano de interfaz para que el sistema de lubricación de aire funcione correctamente. Preferiblemente, una abertura de alimentación de aire se coloca en la pared superior para la conexión a un conducto de salida de compresor. El aire que se inyecta en la cavidad vía la pared superior, se divide él mismo uniformemente desde el principio a través de la cavidad y fluye aguas abajo vía el espacio a lo largo del deflector para formar una interfaz de aire/agua estable. Proporcionando la entrada de aire en la pared superior de la cavidad, la corriente de aire en el extremo frontal permanece relativamente tranquila y se forma una interfaz óptima Kelvin Helmholtz que mezcla el aire. Esto es especialmente ventajoso en el caso de se emplee una cavidad en forma de bala o de daga. La superficie inferior es preferiblemente una superficie contigua y cerrada, que permite un flujo suave de aire y agua a través de ella.

[0013] En una forma de realización, el espacio tiene un ancho sustancialmente constante, mejorar también la estabilidad de la interfaz agua/aire. Por esta razón, el espacio adicional preferiblemente también tiene un ancho sustancialmente constante.

[0014] En una forma de realización, cuando se ve en dicha proyección, dicha abertura tiene un borde circunferencial externo y el borde periférico de la superficie inferior del deflector de onda tiene un contorno menor pero similar conformado como el borde circunferencial externo de dicha abertura y se distancia de este. El deflector de onda puede así ser montado en la cavidad de aire de manera que su centro se alinea con el centro de la abertura, de modo que el espacio a través del cual el aire se puede introducir en la capa de lubricación de aire se forma entre el borde circunferencial de la abertura y el borde circunferencial externo de la superficie inferior.

[0015] En una forma de realización, cuando se ve en dicha proyección, dicha abertura tiene un borde circunferencial externo y la longitud del espacio a lo largo de la abertura es al menos la mitad de la longitud del borde circunferencial externo, preferiblemente al menos tres cuartos del mismo, más preferiblemente al menos cinco sextos del mismo. En general, ambas paredes laterales serán distanciadas completamente de la superficie inferior por el espacio, y no hay soldadura directa o similar entre la superficie inferior y las paredes laterales. El espacio puede extenderse así a lo largo de una parte sustancial de la superficie inferior del deflector de onda, que permite que pase aire suficiente por el espacio para formar la capa de lubricación de aire. Típicamente, las dos paredes laterales se encuentran en el extremo frontal de la cavidad de modo que el espacio se extiende del extremo frontal de la cavidad a lo largo de ambas paredes laterales hacia el extremo posterior de la cavidad.

[0016] En una forma de realización, la pared posterior se extiende a partir de una porción posterior de la pared superior al plano de interfaz hacia el extremo posterior de la cavidad de aire y donde dicha superficie inferior está distanciada de dicha pared posterior por un espacio adicional que tiene un ancho de entre 0,5 - 15 cm. El ancho del espacio adicional se define por la distancia más cercana de la superficie inferior plana a la pared de cavidad posterior, cuya pared de cavidad posterior puede extenderse o no más allá de un borde posterior de la superficie

inferior del deflector. Por ejemplo, cuando la pared posterior no se extiende en perpendicular al plano de interfaz, la pared posterior puede extenderse más allá del borde posterior de la superficie inferior.

5 [0017] En una forma de realización, las inclinaciones de pared posterior de dicha porción posterior de la pared superior hacia el extremo posterior de la cavidad de aire. Tal pared trasera de inclinación ayuda a guiar aire y agua dentro de la cavidad en un patrón de flujo suave a una salida a lo largo de un borde en el extremo posterior de la cavidad de aire, minimizando así la dispersión vertical y turbulencia y optimizando la reducción de arrastre.

10 [0018] En una forma de realización, el espacio y dicho espacio adicional rodean sustancialmente la superficie inferior plana del deflector, de modo que sustancialmente toda la superficie inferior plana está distanciada de dichas paredes. El aire puede así ser introducido en la capa de lubricación de aire a través de un espacio que se extiende alrededor de la circunferencia del plano de fondo plano, de modo que las burbujas de aire pueden alcanzar todas las áreas de dicha superficie plana para mezclarse con agua. Preferiblemente, el espacio y la transición de espacio adicional una a la otra forma un espacio circunferencial alrededor del deflector de onda.

15 [0019] En una forma de realización, el deflector de onda comprende segmentos múltiples que juntos proporcionan dicha superficie inferior. Los segmentos se pueden unir por separado a las paredes para permitir la montura más conveniente y/o sustitución del deflector de onda o sus segmentos.

20 [0020] En una forma de realización, el deflector de onda comprende una única placa que proporciona toda la superficie inferior. Esto permite que el deflector de onda sea una construcción particularmente simple, por ejemplo, se puede construir como una placa única, hecha preferiblemente de metal y que tiene un grosor sustancialmente constante. Tal deflector de onda se puede obtener cortándolo del casco de un barco a una posición donde debe estar provista una cavidad de aire.

25 [0021] En una forma de realización, dicho deflector de onda tiene un grosor de entre 0,4 y 10 cm, preferiblemente 0,5 cm y donde el grosor de todo el deflector de onda es preferiblemente uniforme. Todo el deflector de onda puede así sencillamente ser realizado como una lámina metálica.

30 [0022] En una forma de realización, el ancho de dicha superficie inferior plana aumenta del extremo frontal de la cavidad hacia el extremo posterior de la cavidad de aire a lo largo de al menos la mitad de la longitud de dicha superficie inferior plana, preferiblemente a lo largo de sustancialmente toda la longitud de superficie inferior plana. La superficie inferior del deflector puede por ejemplo ser en forma de bala o daga a lo largo de al menos la primera mitad de su longitud y preferiblemente a lo largo de su entera longitud. Esta forma y la forma correspondiente del espacio entre las paredes laterales y la superficie inferior plana, ayuda a mejorar la estabilidad de la interfaz agua/aire.

35 [0023] En una forma de realización, el sistema de lubricación de aire comprende además una pluralidad de brazos espaciadores que conectan dicho deflector de onda a las paredes de dicha cavidad de aire y conectan el espacio entre ellos. Los brazos separadores, cuando se ven en proyección sobre dicho plano de interfaz, cubren preferiblemente menos del 10% del área de dicha abertura que no está cubierta por dicha superficie inferior plana, es decir los brazos separadores cubren menos del 10% del espacio entre las paredes de la cavidad de aire y el deflector de onda en dicha proyección. Los brazos separadores se pueden conectar de tal manera al deflector de onda que estos permanecen libres de la superficie inferior, es decir, conectando los brazos separadores a una superficie superior opuesta del deflector de onda, y/o a una superficie de borde de la misma. La superficie inferior puede permanecer así lisa. Preferiblemente, los brazos separadores se extienden sustancialmente en paralelo a dicha superficie inferior plana, por ejemplo, las paredes laterales y/o de la pared posterior al deflector de onda.

40 [0024] En una forma de realización, dicha superficie inferior plana es una superficie plana contigua y cerrada, donde todos los segmentos de línea entre cualquiera de dos puntos en el borde circunferencial externo de dicha superficie inferior se incluyen completamente dentro de dicha superficie. La superficie plana así no tiene recesos a lo largo de su borde externo y ninguna parte de recorte en la misma superficie, permitiendo un flujo suave de aire sobre el borde externo de la superficie plana hacia el plano de interfaz.

45 [0025] Según un segundo aspecto, la presente invención proporciona un buque que comprende un casco y un sistema de lubricación de aire como se describe en este caso, el buque con un fondo sustancialmente plano, un dispositivo de propulsión para la navegación del buque, el plano de interfaz está sustancialmente en el nivel del fondo plano.

50 Breve descripción de los dibujos

55 [0026] La presente invención se expondrá con más detalle a continuación, con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

60 Fig. 1 muestra una vista esquemática lateral de un buque 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. 3A muestra una vista en sección transversal del sistema de la figura 2,  
 Figuras 3B y 3C muestran partes de la figura 3A donde se muestran los espacios entre el deflector de onda y  
 las paredes de la cavidad de aire en más detalle,  
 Fig. 4 muestra una vista desde abajo del sistema de la figura 2.

Descripción de los ejemplos de realización

[0027] La Figura 1 muestra un buque 1 con una longitud  $L_v$  de entre 20 m y 500 m y un ancho entre 5 m y 75 M. El buque 1 puede tener un desplazamiento de agua de al menos 10000 toneladas, preferiblemente al menos 50000 toneladas y es un buque oceánico. El buque 1 tiene un casco 4 con una proa 2, una popa 3, lados 5 un fondo sustancialmente plano 6 y un dispositivo de propulsión 10 en forma de un propulsor. Las cavidades de lubricación de aire 7,8 que están abiertas en el plano del fondo 6 se distribuyen a lo largo del fondo 6 para generar una capa de burbujas 9 móvil hacia la popa 3, a lo largo del fondo sustancialmente plano 6. Los compresores 11,12 se conectan a cada cavidad 7,8 para el suministro de aire a presión hidrostática en el interior de cada cavidad en el nivel de calado predominante del buque. Los compresores 11,12 con un conducto de salida de aire 14 están conectados a las cavidades 7,8 y tienen un conducto de entrada de aire 13 para tomar el aire ambiente. Los compresores 11,12 se controlan por un controlador 15, para regular el suministro de aire en dependencia de la velocidad de navegación, estado del mar y durante el inicio y parada.

[0028] Las figuras 2 muestran un sistema de lubricación de aire 16 que es construido como un módulo integral formando una cavidad 33 que se puede equipar en el fondo sustancialmente 6 del casco 4 de un buque 1. La longitud  $L_c$  de la cavidad 33 puede ser aproximadamente 4 m, el ancho  $W$  es aproximadamente 75 cm. Por "sustancialmente plano" se entiende que el inferior se extiende en un ángulo de entre +5 grados y -5 grados al extremo horizontal, pero preferiblemente es paralelo al horizontal.

[0029] El sistema 16 comprende paredes laterales 18,18', una pared superior 19 y una pared posterior 27, todas hechas de acero. Las paredes laterales 18,18' se soportan en un saliente 17 que se puede soldar en el fondo plano 6 del buque 1. La pared posterior es 27 se suelda a las paredes laterales 18,18' y a la pared superior 19.

[0030] Las paredes laterales 18,18 y la pared posterior 27 delimitan una abertura 20 que está sustancialmente en el nivel de la superficie inferior plana del buque, la abertura 20 forma un plano de interfaz de aire/agua liso donde el aire se mezcla en el agua debido al efecto de mezcla Kelvin Helmholtz. 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 en una transición suave de la cavidad sobre el fondo y circule sin restricción a lo largo del fondo plano 6 en la dirección de la popa 3. La pared posterior tiene una parte de pared curvada concava, inclinada hacia abajo 27' que conecta la pared superior 19 con el borde posterior 21 de la cavidad para guiar el aire y agua dentro de la cavidad en un patrón de flujo suave al punto de salida situado a lo largo del borde trasero inferior 21.

[0031] El extremo frontal 22 de la cavidad 33 es en forma de daga y una entrada de aire 23 se sitúa en la pared superior 19. La entrada de aire 23 se puede conectar a uno de los conductos de salida de aire 14 de los compresores 11, 12 mostrados en la figura 1.

[0032] Dentro de la cavidad 33, un único deflector de onda 24 se extiende en la cavidad y se conecta a las paredes laterales 18,18' vía brazos separadores 25.

[0033] Una vista desde abajo del sistema de lubricación de aire 16 de la figura 2 se muestra en la figura 3A, con las figuras 3B y 3C que muestran detalles de partes IIIB y IIIC de las mismas. El deflector de onda 24 tiene una superficie inferior plana 24' que separada de las paredes laterales por un espacio  $g_1$  que tiene un ancho  $w_1$  de 6 cm, que permite que el aire de la cavidad de aire 33 sea liberado a través de dicho espacio  $g_1$  a lo largo de las paredes laterales hacia la abertura 20. La pared posterior 27 está distanciada del deflector de onda 24 y está más cerca a la superficie inferior plana 24' de la misma a lo largo de línea 27' en la pared posterior, ver Fig. 3B. Entre el borde posterior 26 de la superficie inferior 24' y la pared posterior 27 está presente un espacio adicional  $g_2$ , en o cerca de dicha línea 27', este espacio tiene un ancho  $w_2$  de 10 cm, de modo que burbujas de aire pueden dejar la cavidad de aire a través de dicho espacio  $g_2$ . La superficie inferior plana 24' está dispuesta a una distancia  $h_1$  de aproximadamente 5 cm del plano de interfaz abierto 30 donde la capa límite entre aire dentro de la cavidad 16 y el agua que fluye se sitúa a lo largo del fondo plano 6.

[0034] La altura  $H_c$  de la cavidad 33 puede ser aproximadamente 25 cm. Las paredes laterales 18,18' pueden tener un grosor de 16mm, mientras que el saliente 17 y la pared superior 19 pueden tener un grosor de 20mm.

[0035] El deflector de onda 24 tiene preferiblemente un grosor igual a o mayor que el grosor del saliente 17.

[0036] El deflector de onda 24 se sitúa sobre el plano de interfaz 30 dentro de una distancia de 2 - 15 cm del mismo, para obtener un flujo tranquilo de agua que pasa la cavidad cuando el buque está móvil a través del agua y cuando ningún aire se inyecta en la cavidad. Cuando la cavidad se completa de aire, la superficie inferior 24'

del deflector 24 está libre de la superficie del agua. El deflector de onda ayuda también a mantener la superficie del agua en el plano de interfaz estable durante movimientos de balanceo del buque.

5 [0037] La pendiente de la pared posterior 27 de la cavidad 33 ayuda a la liberación suave de las burbujas de aire en la capa límite del buque y se diseña para ayudar a introducir las burbujas que se forman por la mezcla Kelvin Helmholtz en la capa límite de superficie del buque inmediato, minimizando la dispersión vertical y optimizando la reducción de la fricción.

10 [0038] La forma del frente de la cavidad, es decir, en forma de borde o forma de bala, controla el flujo de agua y minimiza la inestabilidad de onda en la interfaz aire/agua y mejora la mezcla de aire consistente en la capa límite por el efecto Kelvin Helmholtz.

15 [0039] La longitud de la cavidad debe ser elegida suficiente para crear un efecto Kelvin Helmholtz estable de mezclado de aire para la generación de burbujas de aire constante y flujo de burbujas de aire en la capa límite. El tamaño de la cavidad determina el volumen de aire requerido para la generación de burbujas de aire estables y requerido para la recuperación de la cavidad después del colapso de la bolsa de aire. Optimizar el tamaño de la cavidad determina la lubricación en general eficacia y la eficiencia de la generación de aire total. Más información en esto se puede encontrar en

20 [0040] La Figura 4 muestra una vista desde abajo de la pared posterior 27, las paredes laterales 18,18' y el deflector de onda 24 de las figuras 2 y 3. En esta vista desde abajo, donde la proporción de las áreas de la abertura 20 de la cavidad y el área de la superficie inferior del deflector 24' es la misma que cuando se ve en proyección sobre el plano de interfaz 30, se puede observar de forma más clara que la superficie inferior 24' se distancia completamente de las paredes laterales 18,18' y de la pared posterior 27 y toma sobre al menos 90% del área de la abertura 32 en esta proyección.

30 [0041] Seis brazos separadores 25, cada uno de los cuales se extiende en paralelo a la superficie inferior del deflector 24' y se une en un extremo a un lado superior (no mostrado) del deflector de onda 24 y en otro a una de las paredes laterales 18,18', aseguran que hay un espacio g1 y un espacio adicional g2 que juntos completamente rodean la superficie inferior 24' y separa la superficie inferior de las paredes laterales y posteriores 18,18' y 19. Los mismos espaciadores 25 en la presente vista cubren menos del 10% del área de la abertura 20 que no está cubierta por la superficie inferior 24' del deflector, de modo que estos sustancialmente no obstaculizan el flujo de agua o aire de la cavidad de aire al plano de interfaz 30.

35 [0042] Esta construcción particularmente simple permite que el deflector de onda 24 sea eliminado de la cavidad de aire 33 separándolos de los espaciadores 25. Por ejemplo, el deflector 24 se puede unir a los espaciadores 25 por medio de pernos y se puede eliminar de los espaciadores eliminando esos pernos. Aunque el deflector 24 se suelda a los espaciadores 25, despegar el deflector de onda requiere de estos solo el corte a través de las soldaduras en los espaciadores 25 y el deflector puede fácilmente ser soldado en los espaciadores en un tiempo posterior.

[0043] El sistema de lubricación de aire con el deflector de onda según la presente invención proporciona un número de ventajas sobre deflectores de onda de la técnica anterior:

45 [0044] En primer lugar, en comparación con deflectores de la técnica anterior, el deflector y el sistema de lubricación de aire de la presente invención reducen significativamente la fricción causada por la cavidad cuando el sistema de lubricación de aire está desconectado (sin entrada de aire). Cuando el sistema está desconectado, la cavidad 33 se rellena o se rellena parcialmente con agua. Sin embargo, en velocidades de navegación, la superficie inferior, que cuando se proyecta sobre el plano de interfaz 30 cubre al menos 90% del área de la abertura, se evita sustancialmente que el agua entre en la cavidad de aire 33 por el deflector de onda. En particular, la superficie inferior plana 24' del deflector 24' evita sustancialmente el movimiento de agua dentro y fuera de la cavidad de aire en una dirección transversal a la superficie inferior plana. Como la superficie inferior 24' está dispuesta cerca del plano de interfaz 30 y el espacio g1 es relativamente estrecho, el flujo de agua a través del casco y sobre el plano de interfaz 30 no es significativamente perturbado cuando el sistema se desconecta. El espacio relativamente estrecho reduce también el riesgo de que los objetos sólidos tales como madera flotante y similares, queden bloqueados en el espacio o en la cavidad de aire.

60 [0045] En segundo lugar, el deflector de onda 24 permite rellenar la cavidad 33 con aire y expulsar agua de la cavidad cuando el buque viaja a una velocidad, usando solo un volumen relativamente pequeño de aire para rellenar la cavidad con aire. Porque el espacio a través del cual la mezcla de aire/agua se expulsa es relativamente estrecho y está dispuesto en el borde externo de la superficie inferior plana 24' del deflector, solo un volumen relativamente pequeño de aire tiene que ser suministrado a la cavidad para empujar el agua y aire fuera de la cavidad a lo largo del borde externo. En cambio, en los sistemas de lubricación de aire conocidos, el deflector cubre un área sustancialmente menor de la abertura que en la presente invención, de modo que gran parte del aire puede escapar de la cavidad en una ubicación donde no haya agua presente y típicamente un volumen mucho mayor se requiere para expulsar agua de la cavidad de aire.

[0046] En tercer lugar, como el deflector de onda se puede proveer como una placa que no se extiende tanto hacia la superficie superior, una cavidad de aire más compacta se puede proporcionar que cuando se usan deflectores de onda curvada o angulada.

5

[0047] La presente invención ha sido anteriormente descrita con referencia a un número de ejemplos de realización ejemplares como se muestra en los dibujos. Modificaciones y aplicaciones alternativas de algunas partes o elementos son posibles y se incluyen en el alcance de protección tal y como se define en las reivindicaciones anexas.

10

REIVINDICACIONES

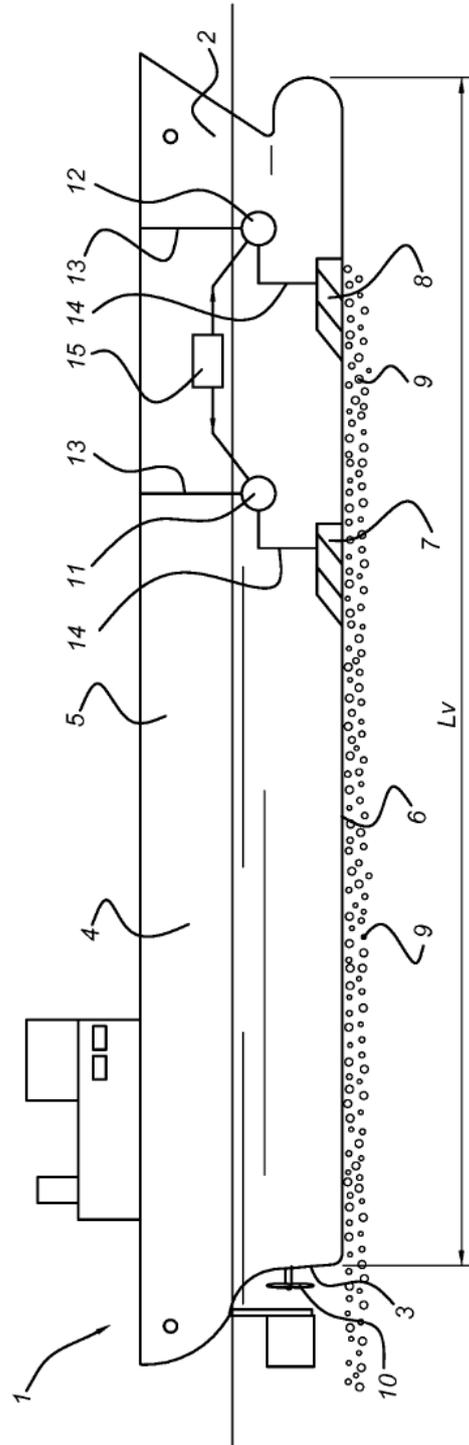
- 5 1. Sistema de lubricación de aire para proporcionar una capa de lubricación de aire (9) entre el casco (4) de un buque (1) y el agua que fluye bajo el casco conforme dicho buque se mueve a través del agua, donde dicho sistema dispone de una cavidad de aire (7,8,33) que comprende:
- paredes que comprenden paredes laterales (18,18'), una pared superior (19) y una pared posterior (27), dichas paredes definen dicha cavidad de aire con una abertura (20) situada en un plano de interfaz (30) dispuesto opuesto a dicha pared superior (19), la abertura con un extremo frontal y un extremo posterior visto en la dirección longitudinal de la cavidad de aire;
  - 10 - una entrada de aire (23) separada de la abertura (20), donde la longitud (Lc) de la abertura de la cavidad de aire está entre 2 y 10 m y la distancia (Hc) de la pared superior del plano de interfaz es entre 0,2 m y 0,5 m;
- caracterizado por el hecho de que** dicho sistema comprende además un deflector de onda (24) que tiene una superficie inferior plana (24') que es opuesta a dicho plano de interfaz (30) y se extiende sustancialmente en paralelo a esta y está dispuesto en dicha cavidad de aire con una distancia (h1) de 2 - 15 cm del plano de interfaz (30), donde dicha superficie inferior (24') tiene un borde periférico que está distanciado de dichas paredes laterales (18,18') por un espacio (g1) que tiene un ancho (w1) de 0,5 - 15 cm, donde, cuando se ve en proyección sobre un plano donde dicha superficie inferior plana (24') se extiende, al menos el 85% del área de dicha abertura (20) está cubierta por dicho deflector de onda (24) y/o dicha superficie inferior plana (24') de la misma, más preferiblemente al menos 90% y más preferiblemente al menos 95%.
- 15
- 20
2. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde dicho espacio (g1) tiene un ancho sustancialmente constante (w1).
- 25
3. Sistema de lubricación de aire según la reivindicación 1 o reivindicación 2, donde, cuando vista en dicha proyección, dicha abertura tiene un borde circunferencial externo y dicho borde periférico de dicha superficie inferior tiene un contorno menor pero conformado de forma similar como dicho borde circunferencial externo y se distancia de estos.
- 30
4. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde, cuando se ve en dicha proyección, dicha abertura tiene un borde circunferencial externo y la longitud de dicho espacio (g1) a lo largo de dicha abertura (20) es al menos la mitad de la longitud de dicho borde circunferencial externo, preferiblemente al menos tres cuartos de la misma, más preferiblemente al menos cinco sextos de la misma.
- 35
5. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde dicha pared posterior (27) se extiende a partir de una porción posterior de la pared superior al plano de interfaz (30) hacia el extremo posterior de la cavidad de aire (33) y donde dicha superficie inferior (24') está distanciado de dicha pared posterior (27) por un espacio adicional (g2) que tiene un ancho (w2) de entre 2-15 cm.
- 40
6. Sistema de lubricación de aire según la reivindicación 5, donde dicha pared posterior (27) se inclina de dicha porción posterior de la pared superior (19) hacia el extremo posterior de la cavidad de aire.
- 45
7. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde dicho espacio (g1) y dicho espacio adicional (g2) rodean sustancialmente la superficie inferior plana (24') de modo que sustancialmente toda la superficie inferior plana está distanciado de dichas paredes (18,18', 27).
- 50
8. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde dicho deflector de onda comprende segmentos múltiples que juntos proporcionan dicha superficie inferior (24').
9. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde dicho deflector de onda (24) comprende una placa única que proporciona toda la superficie inferior (24').
- 55
10. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde dicho deflector de onda tiene un grosor de entre 1,5 y 10 cm.
- 60
11. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el ancho de dicha superficie inferior plana aumenta el extremo frontal de la cavidad hacia el extremo posterior de la cavidad de aire a lo largo de al menos la mitad de la longitud de dicha superficie inferior plana, preferiblemente a lo largo de sustancialmente toda la longitud de la superficie inferior plana.
- 65
12. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una pluralidad de brazos separadores (25) que conectan dicho deflector de onda (24) a las paredes (18,18',19,27) de dicha cavidad de aire y unen el espacio entre estas.
13. Sistema de lubricación de aire según la reivindicación 12, donde dichos brazos separadores (25) se extienden sustancialmente en paralelo a dicha superficie inferior plana (24').

14. Sistema de lubricación de aire según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde dicha superficie inferior plana es una superficie plana contigua, donde todos los segmentos de línea entre cualquiera de dos puntos en el borde circunferencial externo de dicha superficie inferior están completamente contenidos dentro de dicha superficie (24').

5

15. Buque (1) que comprende un casco (4) y un sistema de lubricación de aire (16) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, el buque con un fondo sustancialmente plano (6), un dispositivo de propulsión (10) para la navegación del buque, el plano de interfaz (30) está sustancialmente en el nivel del fondo plano (6).

Fig. 1





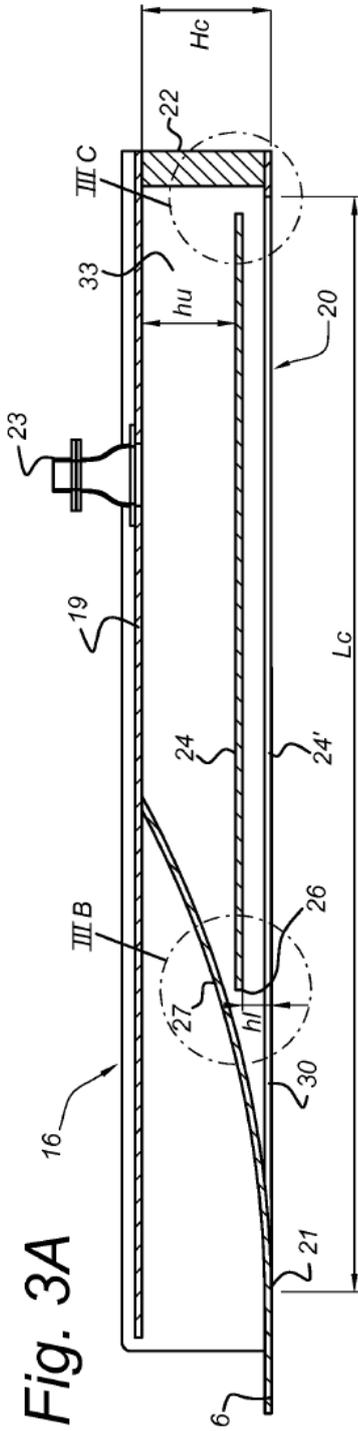


Fig. 3A

Fig. 3B

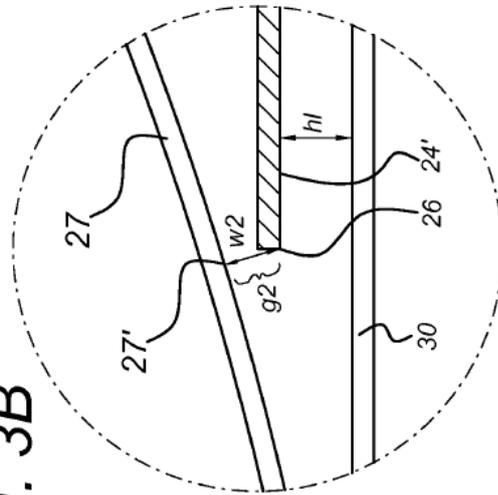


Fig. 3C

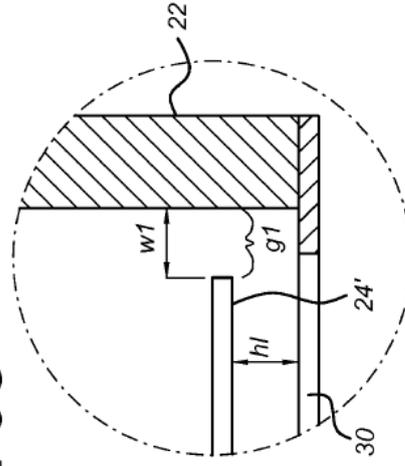


Fig. 4

