

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 882**

51 Int. Cl.:

**B63B 1/06** (2006.01)

**B63B 35/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2014 PCT/FI2014/051046**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15092154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2014 E 14824863 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3083387**

54 Título: **Buque rompehielos**

30 Prioridad:

**20.12.2013 FI 20136314**

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

**13.02.2019**

73 Titular/es:

**AKER ARCTIC TECHNOLOGY INC. (100.0%)**

**Merenkulkijankatu 6**

**00980 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**SUOJANEN, REKO-ANTTI;**

**MATTSSON, TOM y**

**HAMBERG, KARL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 699 882 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**

Buque rompehielos

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un buque rompehielos para funcionamiento en un cuerpo de agua con una superficie de agua al nivel del mar, cuyo buque incluye un casco con un fondo, una parte de proa y una parte de popa, cuya parte de proa comprende una porción de proa superior inclinada hacia delante, una porción de proa inferior bulbosa con una sección de raíz de bulbo en una posición dada de la porción de proa inferior bulbosa en una dirección longitudinal del casco, y una porción de proa intermedia entre la porción de proa superior inclinada hacia delante y la porción de proa inferior bulbosa, cuyo buque rompehielos está diseñado con una línea de flotación de construcción, una línea de flotación de hielo superior y una línea de flotación de hielo inferior, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. La presente invención se refiere también a un método para accionar el buque rompehielos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 6.

Técnica anterior

20 En buques marinos se conoce que la resistencia y, por consiguiente, la demanda de potencia y el consumo de combustible se pueden reducir instalando un cuerpo en forma de bulbo, una llamada proa bulbosa en la proa del buque. La proa bulbosa, cuando está apropiadamente diseñada, influye en el sistema de olas generador por el buque, de manera que se reduce la pérdida de energía. Un ejemplo se puede encontrar, por ejemplo, en los documentos EP 2 391 533 B1 y US 4.550.673, en los que la proa bulbosa está diseñada para condiciones de agua abierta.

25 Tradicionalmente, las proas bulbosas no han sido consideradas adecuadas para embarcaciones que operan en condiciones de hielo. Sin embargo, en tiempos recientes, embarcaciones destinadas para operar en aguas infestadas de hielo, es decir, en condiciones de hielo han sido diseñadas con proas bulbosas. Ejemplos se pueden encontrar, por ejemplo, en los documentos KR 20120139268, KR 20080107070, KR 20060039270 y FR 1528683. Sin embargo, los diseños de estas embarcaciones conocidas representan un compromiso a la vista del deseo y la necesidad de tener un buque que pueda ser accionada tanto en agua abierta como también en condiciones de hielo. Las condiciones de hielo representan limitaciones al diseño de una forma hidrodinámica ventajosa de una proa bulbosa. Como una consecuencia, el rendimiento de embarcaciones conocidas con proa bulbosa no es comparable a una proa bulbosa bien diseñada para agua abierta ni a un buque rompehielos bien diseñada. El documento US 35 3.850.125 describe un buque rompehielos especialmente diseñado con una configuración de garganta en la proa para triturar hielo en un movimiento de lanzamiento ascendente y descendente.

Sumario de la invención

40 Un objeto de la presente invención es solucionar los inconvenientes de la técnica anterior y conseguir un buque con capacidad rompehielos eficiente en condiciones de hielo difíciles, moderadas y ligeras y también para asegurar que no se perjudica la eficiencia operativa en agua abierta. Este objeto se consigue por medio de un buque rompehielos de acuerdo con la reivindicación 1.

45 La idea básica de la invención es diseñar un buque marino que tiene un rendimiento eficiente cuando se requiere para operación de rompehielos en varias condiciones de hielo y que tiene un rendimiento eficiente cuando se requiere para operación en agua abierta. El punto de partida de tal diseño es la línea de flotación de construcción, de manera que el buque está diseñado de manera que una superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa está en o en la proximidad de la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de construcción de el buque. De acuerdo con la invención, una superficie inferior de la porción de proa inferior bulbosa está dispuesta para penetrar la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo inferior del buque y la porción de proa superior inclinada hacia delante está dispuesta para penetrar la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior del buque.

55 Las ventajas de la presente invención se dan a continuación.

60 Cuando el buque opera en la línea de flotación de construcción, el buque está cargado y sin equilibrar. En esta posición flotante del buque, la superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa está diseñada para estar en o en la proximidad de la superficie de agua. En la práctica, la definición "en o en la proximidad" define que la superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa está total o parcialmente en la superficie de agua, o ligeramente por debajo o ligeramente por encima de la superficie de agua. En condiciones de hielo, la superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa está diseñada ventajosamente para enfrentarse a hielo o a láminas de hielo en condiciones ligeras y moderadas de hielo. En otras palabras, en esta posición flotante, el buque está capacitado y optimizado para operar en condiciones ligeras y moderadas de hielo.

5 Cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo inferior, el buque, por ejemplo, si es un buque de transporte de carga, está sin carga y opera en una condición de lastre. Alternativamente, para obtener esta posición flotante, el buque puede ser equilibrado de manera intencionada desplazando lastre, consumibles y carga posible. En esta condición flotante, el buque es capaz de operar en condiciones ligeras y moderadas de hielo de una manera suficientemente adecuada.

10 Cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior, el buque opera con la parte de proa equilibrada hacia abajo. En esta condición flotante, el buque está capacitado y optimizado para operar en condiciones difíciles de hielo. La posición equilibrada se puede conseguir, por ejemplo, por asignación de carga o de lastre o desplazamiento de líquidos.

15 Además, de acuerdo con la presente invención, un área de la sección transversal de la sección de raíz bulbosa de la porción de proa inferior bulbosa en la posición dada es menor que un área de la sección transversal de la porción de proa inferior bulbosa en una primera posición delante de la posición dada.

20 El diseño dado de la porción de proa inferior bulbosa, es decir, el área de la sección transversal menor del bulbo en la sección de raíz del bulbo, comparada con el área de la sección transversal del bulbo delante de la sección de raíz del bulbo, mejora adicionalmente la idoneidad y la eficiencia operativa del buque en condiciones de hielo. Esto permite al huella o a los trozos de hielo roto avanzar fácilmente a popa y hacia atrás a lo largo del casco del buque.

25 Además, de acuerdo con la presente invención, un área de la sección transversal de la sección de raíz de bulbo de la porción de proa inferior bulbosa en una posición dada, es mayor que un área de la sección transversal de la parte de proa por debajo de la línea de flotación de la construcción en una segunda posición a popa y hacia atrás a lo largo del casco del buque.

30 En una forma de realización ventajosa de la invención, un ángulo entre la porción de proa superior inclinada hacia delante y el nivel del mar cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior es a lo sumo 40°. Esto mejora la capacidad rompehielos del buque en condiciones difíciles de hielo. A este respecto, el ángulo está con preferencia en un rango entre 10... 40°.

35 Cuando el buque opera en la línea de gua de hielo superior, la porción de proa superior inclinada hacia delante se intersecta con el nivel del agua en una tercera posición en la dirección longitudinal del buque. Para mejorar el paso el buque en el cuerpo de agua, un ángulo entre la forma de la parte de proa y un plano vertical en una línea central del buque en la tercera posición en la dirección longitudinal del buque es al menos 75°.

40 Para mejorar adicionalmente la operación del buque rompehielos, es ventajoso que un ángulo entre la forma de la parte de proa y un plano vertical en una línea central del buque en una posición a medio camino entre la tercera posición y la posición dada en la dirección longitudinal del buque sea a lo sumo 60°.

45 Casco, fondo, proa, bulbo, proa bulbosa y popa representan terminología convencional con respecto a buques marinos. La sección de raíz del bulbo es la sección transversal vertical del bulbo en el punto de intersección donde el extremo inferior de la porción de proa superior inclinada, es decir, la porción de proa intermedia se intersecta con la porción de proa bulbosa inferior en proyección, es decir, el bulbo. En ausencia de un punto de intersección claro, debería ser el punto de inflexión más hacia popa del buque en una dirección longitudinal del buque, entre la parte de proa y la parte de popa. La anchura del buque significa la anchura transversal máxima del buque en la línea de flotación de construcción.

50 La línea de flotación de construcción define la línea de flotación sobre cuya base el buque está diseñado para su operación principal, por ejemplo, con relación a carga, potencia de propulsión, velocidad, etc. La línea de flotación de hielo superior define la línea de flotación más alta, a la que el buque está destinado a operar en hielo. La línea puede ser una línea discontinua. La línea de flotación de hielo inferior define la línea de flotación más baja, a la que el buque está destinado a operar en hielo. La línea puede ser una línea discontinua. Estas líneas de flotación representan los extremos de diferentes corrientes de agua, en los que el buque es capaz de operar en condiciones de hielo.

55 Los buques rompehielos están asignados normalmente a diferentes clases de hielo, que definen condiciones de hielo en las que tales buques tienen capacidad de operar. Las condiciones de hielo se definen básicamente como difíciles, moderadas o ligeras. Expresiones como delante, adelante, de frente se refieren a la dirección de la proa de la dirección longitudinal del buque. Expresiones, como atrás, hacia atrás, al final se refieren a la dirección de la popa de la dirección longitudinal del buque. Cuando el buque opera en condiciones de hielo, el buque, así como su parte de proa, se enfrentarán con hielo o un campo de hielo y, por lo tanto, estarán sometidos y expuestos a una carga de hielo desde el hielo o el campo de hielo en el cuerpo de agua circundante.

60 Las características ventajosas del buque rompehielos se definen en las reivindicaciones 2-5. El método de operación

del buque rompehielos se define en la reivindicación 6.

Breve descripción de los dibujos

5 A continuación, se describirá la invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los que:

La figura 1 ilustra una vista delantera de un buque rompehielos de acuerdo con la invención.

10 La figura 2 ilustra la parte de proa del buque rompehielos desde abajo.

La figura 3 muestra una vista lateral de la parte de proa del buque rompehielos.

15 La figura 4 ilustra una sección transversal del casco de un buque rompehielos por debajo de la línea de flotación, una llamada curva de área de bastidor.

La figura 5 muestra un detalle ampliado de la figura 4, y

20 Las figuras 6 y 7 ilustran secciones transversales de la parte delantera del buque rompehielos.

Descripción detallada

25 En la figura 1 se indica el buque rompehielos por el número de referencia 1. El buque rompehielos 1 incluye un casco con un fondo 2, una parte de proa 3 y una parte de popa 4. La parte de proa 3 incluye una porción de proa superior 31 inclinada hacia delante, una porción de proa inferior bulbosa 33 con una sección de raíz de bulbo 34 en una posición S1 dada de la porción de proa inferior bulbosa en una dirección longitudinal del buque, y una porción de proa intermedia 32 entre la porción de proa superior 31 inclinada hacia delante y la porción de proa inferior bulbosa 33. El buque rompehielos 1 está diseñado con una línea de flotación de construcción W1, una línea de agua de hielo superior W3 y una línea de agua de hielo inferior W2. La figura 2 proporciona una vista tridimensional de la parte de proa 3, como se ha descrito anteriormente.

30 La anchura del buque rompehielos 1 se indica por el signo de referencias B como se muestra en la figura 6 y la figura 7. La anchura B significa la anchura transversal máxima del buque rompehielos 1 en la línea de flotación de construcción W1. La relevancia de la anchura B a la vista del diseño del buque rompehielos 1 se describirá con más detalle a continuación en conexión con la figura 6 y la figura 7.

La figura 3 muestra la parte de proa 3 con más detalle.

40 La figura 3 ilustra que una superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa 33 está dispuesta para estar en o en la proximidad de la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de construcción W1 del buque rompehielos 1. En la práctica, esto significa que la superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa está en o en la proximidad de la superficie de agua. Normalmente, en esta posición de flotación, el buque rompehielos 1 está cargado y sin equilibrar. En condiciones de hielo (el hielo se indica por ICE), la superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa 33 se enfrenta a hielo o a láminas de hielo y rompe el hielo desde el lado inferior. En esta posición de flotación, el buque está capacitado y optimizado para operar en condiciones ligeras y moderadas de hielo.

50 Cuando el buque rompehielos 1 opera en la línea de flotación de hielo inferior W2, la superficie inferior de la porción de proa inferior bulbosa 33 está dispuesta para penetrar la superficie de agua. En esta posición de flotación, el buque es capaz de operar en condiciones ligeras y moderadas de hielo de una manera suficientemente adecuada. La figura 3 ilustra cómo la superficie inferior de la porción de proa inferior bulbosa 33 se enfrenta con el hielo y lo rompe hacia abajo por debajo de la porción de proa inferior bulbosa.

55 En el caso de un buque de transporte de carga, el buque estaría en esta posición de flotación sin carga y en una condición de lastre. Alternativamente, el buque puede ser equilibrado de manera intencionada desplazando lastre, consumibles y carga posible.

60 Cuando el buque rompehielos 1 opera en la línea de flotación de hielo superior W3, el buque opera con la parte de proa equilibrada hacia abajo. La posición equilibrada se puede conseguir, por ejemplo, por asignación de carga o de lastre o desplazamiento de líquidos. En esta posición de flotación, el buque está capacitado y optimizado para operar en condiciones difíciles de hielo. La porción de proa superior 31 inclinada hacia delante rompe de esta manera el hielo hacia abajo y hacia los lados más o menos de una manera tradicional a medida que el buque rompehielos 1 se mueve hacia delante.

El buque rompehielos 1 es accionado de esta manera en tres posiciones de flotación, que son ventajosas; la superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa 33 se mantiene en o en la proximidad de la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de construcción W1 del buque; la superficie inferior de la porción de proa inferior bulbosa 33 penetra en la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo inferior W2 del buque; y la porción de proa superior 31 inclinada hacia delante penetra la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior W3 del buque.

En la posición de flotación, cuando el buque rompehielos 1 opera en la línea de flotación de hielo superior W3, es ventajoso que un ángulo  $\phi$  entre la porción de proa superior 31 inclinada hacia y el nivel del mar (indicado en la figura 3 como la línea de flotación de hielo superior W3) sea a lo suma  $40^\circ$ . El ángulo  $\phi$  representa, por lo tanto, el grado de inclinación de la porción de proa superior 31 inclinada hacia delante. Como se ilustra en la figura 3, el ángulo  $\phi$  de inclinación de la porción de proa superior 31 inclinada hacia es relevante al menos para la parte inferior de la porción de proa superior 31 inclinada hacia, es decir, la parte de la porción de proa superior inclinada hacia que está más próxima al nivel del mar. La parte superior de esta porción de proa puede tener y tiene, como se muestra en la figura 1 y la figura 3, otro grado de inclinación.

Esta configuración mejora, además, la capacidad rompehielos del buque rompehielos 1 en condiciones difíciles de hielo. En cualquier caso, es preferible que el  $\phi$  esté en el rango de  $10 \dots 40^\circ$ . Como se muestra en la figura 3, la porción de proa superior 31 inclinada hacia delante se intersecta con el nivel del mar, que corresponde a la línea de flotación de hielo superior W3 cuando el buque es accionado en esta posición de flotación, en una tercera posición S4 en la dirección longitudinal del buque rompehielos 1.

La optimización de la capacidad rompehielos como tal de un buque rompehielos es naturalmente importante, pero el hielo y los trozos de hielo deben retirarse del buque para asegurar un paso eficiente del buque en el cuerpo de agua.

Para esta finalidad, la parte de proa y la porción de proa inferior bulbosa del buque rompehielos 1 de acuerdo con la presente invención tiene un diseño ventajoso con respecto al perfil o proyección transversal y la distribución del volumen en la dirección longitudinal del buque de la parte de proa 3 y la porción de proa inferior bulbosa 33. Esto se ilustra en la figura 4 y la figura 5 con referencia a la figura 1 y la figura 3.

La figura 4 ilustra una curva de área de bastidor, es decir, un grafo que muestra el área de la sección transversal del casco del buque debajo de la línea de flotación de construcción W1. La figura 5 muestra una vista ampliada de la parte enmarcada de la figura 4. La posición S1 dada, la primera posición S2 y la segunda posición S3 se indican en estas figuras. Como se explicará con más detalle a continuación, el área de la sección transversal en la posición S1 dada en la segunda posición S3 es menor que el área de la sección transversal en la posición S1 dada.

El perfil y la distribución del volumen longitudinal se configuran de manera que el área de la sección transversal de la sección de raíz de bulbo 34 de la porción de proa inferior bulbosa 33 en la posición dada S1 es menor que el área de la sección transversal de la porción de proa inferior bulbosa en una primera posición S2 en la dirección longitudinal del buque delante de la posición S1 dada. Tal configuración, es decir, donde la porción de proa inferior bulbosa tiene un área de la sección transversal menor en la sección de raíz del bulbo que delante de la sección de raíz del bulbo, mejora la operación del buque rompehielos en condiciones de hielo. El flujo de hielo o de trozos de hielo roto a lo largo del casco en una dirección hacia atrás del buque rompehielos se facilita por tal configuración.

Otra mejora con respecto al flujo de hielo o trozos de hielo roto hacia atrás a lo largo del casco del buque rompehielos se consigue configurando el área de la sección transversal de la sección de raíz de bulbo de la porción de proa inferior bulbosa en la posición S1 dada mayor que un área de la sección transversal de la parte de proa debajo de la línea de flotación de construcción W1 en una segunda posición S3 en la dirección longitudinal del buque detrás de la posición S1 dada.

Cuando el buque rompehielos 1 opera en la línea de flotación de hielo superior W3, también la forma de la parte de la proa 3 influye en el lado del buque en un cuerpo de agua, particularmente en condiciones de hielo.

Un diseño ventajoso de la parte de proa 3 para el buque rompehielos 1 cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior W3 se consigue configurando la parte de proa 3 de manera que un ángulo ( $\beta_1$ ) entre la forma de la parte de proa 3 y un plano vertical en una línea central CL del buque en la tercera posición S4 en la dirección longitudinal del buque es al menos  $75^\circ$ .

Adicionalmente, es ventajoso que un ángulo  $\beta_2$  entre la forma de la parte de proa 3 y un plano vertical en una línea central CL del buque en una posición a medio camino entre la posición dada S1 y la tercera posición S4 en la dirección longitudinal del buque sea a lo sumo  $60^\circ$ . Por lo tanto, es al menos preferible que  $\beta_1$  sea mayor que  $\beta_2$ .

Los ángulos  $\beta_1$  y  $\beta_2$  se indican en la figura 6. Como se ha indicado anteriormente, el signo de referencia B indica la anchura del buque rompehielos 1, cuya anchura B es la anchura transversal máxima del buque en la línea de

flotación de construcción W3. La forma del casco 2 del buque rompehielos 1, incluyendo la forma de la parte de proa 3, se puede curvar, de manera que los ángulos  $\beta_1$  y  $\beta_2$  se pueden medir fácilmente.

5 Por lo tanto, el ángulo  $\beta_1$  entre la forma de la parte de proa 3 y el plano vertical en la línea central CL en la tercera posición S4 se muestra como un ángulo entre una línea discontinua que se extiende desde la línea central CL del buque hacia el lado exterior del buque, por lo que  $B/2$  indica la mitad de la anchura B del buque rompehielos 1.

10 De una manera correspondiente, el ángulo  $\beta_2$  entre la forma de la parte de proa 3 y el plano vertical en la línea central CL del buque en la posición a medio camino entre la posición S1 dada y la tercera posición S4 se muestra como un ángulo entre una línea discontinua que se extiende desde la línea central CL del buque hacia el lado exterior del buque.

15 A la vista de lo anterior, los ángulos  $\beta_1$  y  $\beta_2$  se definen sobre la base de un ángulo  $\beta$  como se muestra en la figura 7, por lo que el ángulo  $\beta$  se define medido como un ángulo entre la forma de la parte de proa 3 y la línea central CL del buque a una distancia de  $B/10$ , es decir, a una distancia de una décima desde la línea central CL del buque. A esta distancia, en otras palabras, muy cerca de la línea central CL del buque, la curvatura del casco es generalmente más constante.

20 Los dibujos y la descripción relacionada sólo están destinados para aclarar la idea básica de la invención. La invención puede variar en detalle dentro del alcance de las reivindicaciones respectivas.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un buque rompehielos que incluye un casco con un fondo (2), una parte de proa (3) y una parte de popa (4), cuya parte de proa (3) incluye una porción de proa superior (31) inclinada hacia delante, una porción de proa inferior bulbosa (33) con una sección de raíz de bulbo (34) en una posición (S1) dada de la porción de proa inferior bulbosa en una dirección longitudinal del casco, y una porción de proa intermedia (32) entre la porción de proa superior inclinada hacia delante y la porción de proa inferior bulbosa, cuyo buque rompehielos (1) está diseñado con una línea de flotación de construcción (W1), una línea de flotación de hielo superior (W3) y una línea de flotación de hielo inferior (W2), caracterizado por que
- una superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa (33) está dispuesta para estar en o en la proximidad de la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de construcción (W1) del buque (1),
  - una superficie inferior de la porción de proa inferior bulbosa (33) está dispuesta para penetrar la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo inferior (W2) del buque,
  - la porción de proa superior (31) inclinada hacia delante está dispuesta para penetrar la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior (W3) del buque, y por que
  - un área de la sección transversal de la sección de raíz del bulbo (34) de la porción de proa inferior bulbosa (33) en la posición (S1) dada es menor que un área de la sección transversal de la porción de proa inferior bulbosa en una primera posición (S2) en la dirección longitudinal del buque hacia la posición dada (S1) y mayor que un área de la sección transversal de la parte de proa (3) por debajo de la línea de flotación de construcción (W1) en una segunda posición (S3) en la dirección longitudinal del buque detrás de la posición dada (S1).
- 2.- Buque rompehielos de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que un ángulo ( $\phi$ ) entre la porción de proa superior (31) inclinada hacia delante y el nivel del mar cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior (W3) es a lo sumo  $40^\circ$ .
- 3.- Buque rompehielos de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el ángulo ( $\phi$ ) está en un rango entre  $10 \dots 40^\circ$ .
- 4.- Buque rompehielos de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior (W3), la porción de proa superior (31) inclinada hacia delante se intersecta con el nivel del mar en una tercera posición (S4) en la dirección longitudinal del buque, y por que el ángulo ( $\beta_1$ ) entre la forma de la parte de proa (3) y un plano vertical en una línea central (CL) del buque en la tercera posición (S4) en la dirección longitudinal del buque es al menos  $75^\circ$ .
- 5.- Buque rompehielos de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que un ángulo ( $\beta_2$ ) entre la forma de la parte de proa (3) y un plano vertical en una línea central (CL) del buque en una posición a medio camino entre la posición dada (S1) y la tercera posición (S4) en la dirección longitudinal del buque es a lo sumo  $60^\circ$ .
- 6.- Un método de funcionamiento de un buque rompehielos, que incluye un casco con un fondo (2), una parte de proa (3) y una parte de popa (4), cuya parte de proa (3) incluye una porción de proa superior (31) inclinada hacia delante, una porción de proa inferior bulbosa (33) con una sección de raíz de bulbo (34) en una posición (S1) dada de la porción de proa inferior bulbosa en una dirección longitudinal del casco, y una porción de proa intermedia (32) entre la porción de proa superior inclinada hacia delante y la porción de proa inferior bulbosa, de manera que el buque rompehielos (1) está diseñado con una línea de flotación de construcción (W1), una línea de flotación de hielo superior (W3) y una línea de flotación de hielo inferior (W2), caracterizado por que de acuerdo con el método
- una superficie superior de la porción de proa inferior bulbosa (33) se mantiene en o en la proximidad de la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de construcción (W1) del buque,
  - una superficie inferior de la porción de proa inferior bulbosa (33) penetra en la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo inferior (W2) del buque,
  - la porción de proa superior (31) inclinada hacia delante penetra en la superficie de agua cuando el buque opera en la línea de flotación de hielo superior (W3) del buque, y por que
  - se facilita el movimiento de hielo o de trozos de hielo hacia atrás hacia el casco en la dirección longitudinal del buque a través de un área de la sección transversal de la sección de raíz del bulbo (34) de la porción de proa inferior bulbosa (33) en la posición dada (S1), que es menor que un área de la sección transversal de la porción de proa inferior bulbosa en una primera posición (S2) en la dirección longitudinal del buque delante de la posición dada (S1) y es mayor que un área de la sección transversal de la parte de proa (3)

## ES 2 699 882 T3

por debajo de la línea de flotación de construcción (W1) en una segunda posición (S3) en la dirección longitudinal del buque detrás de la posición (S1) dada.



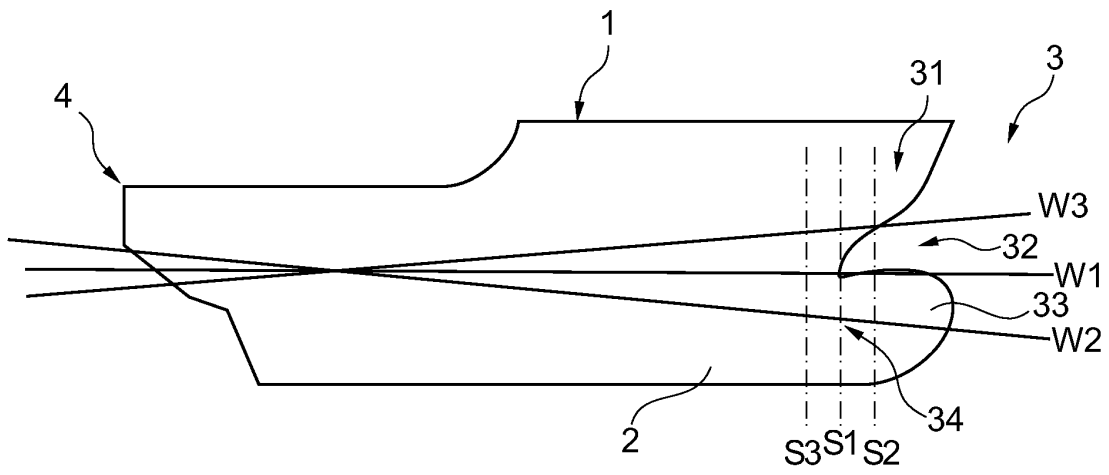


Fig. 1

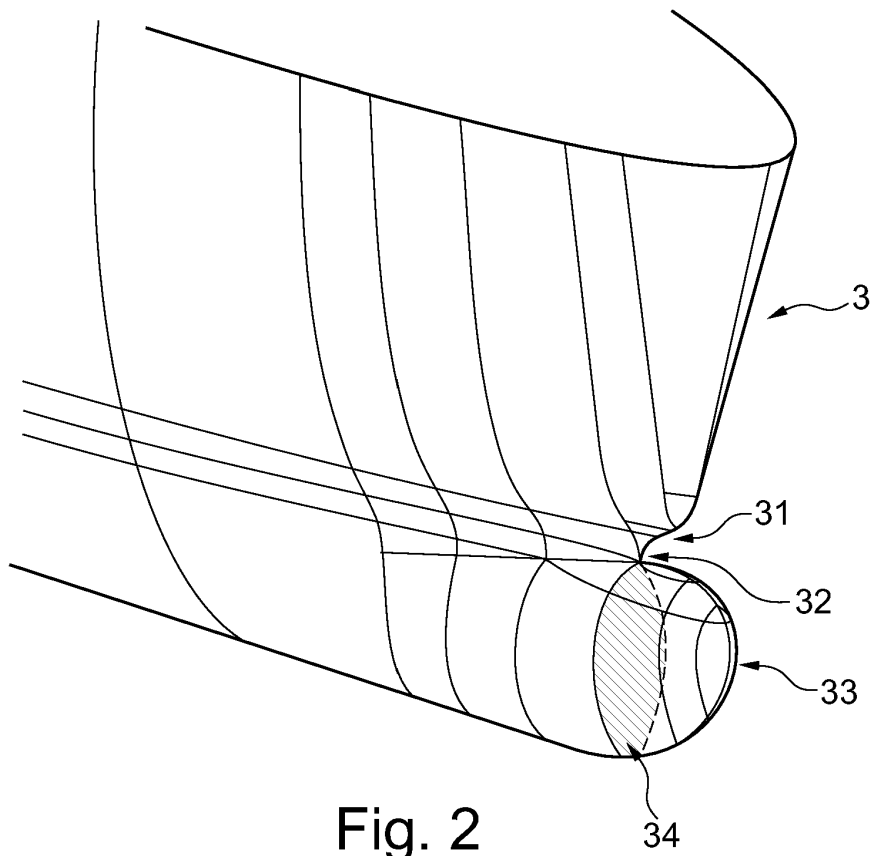
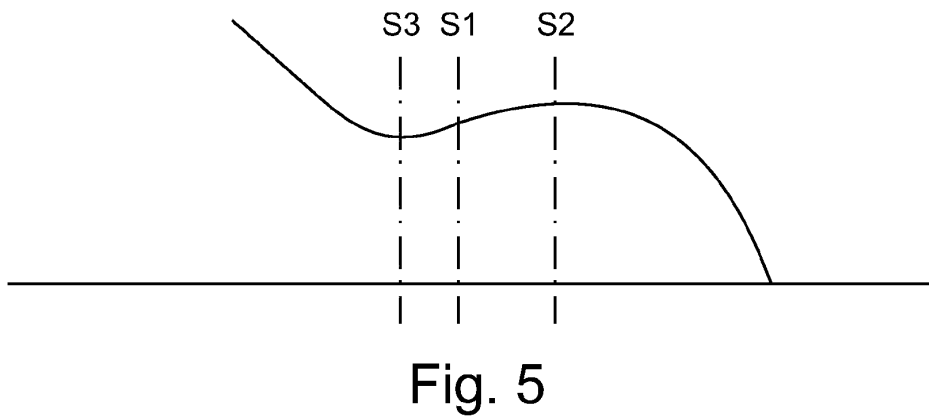
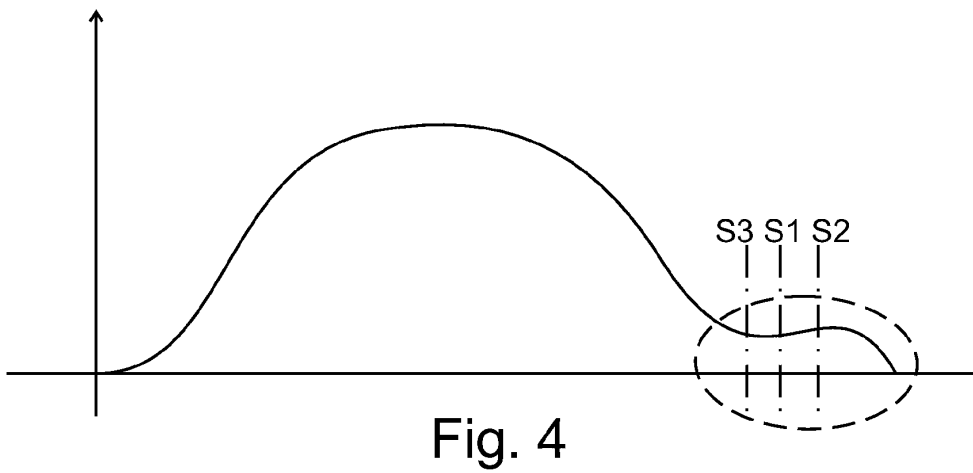
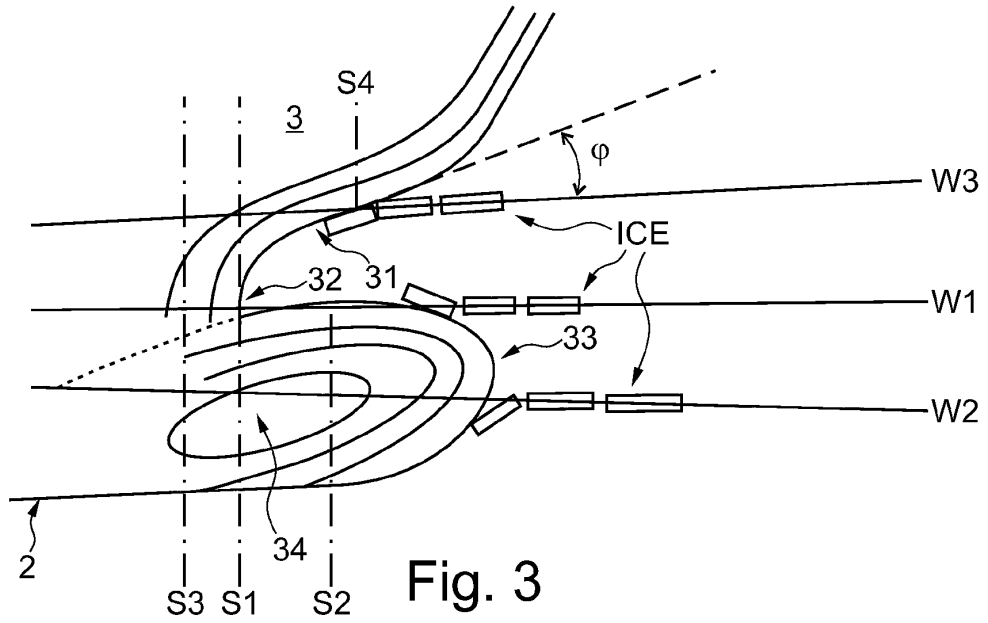


Fig. 2



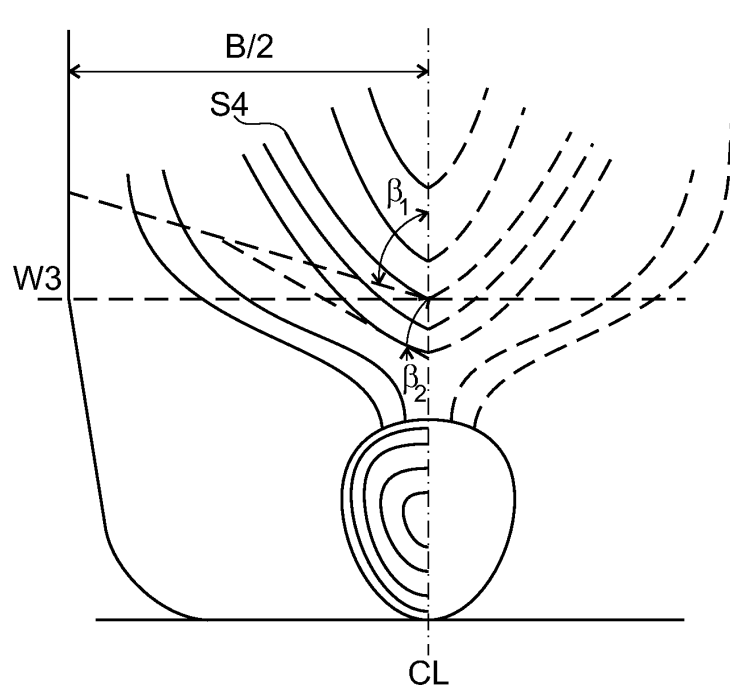


Fig. 6

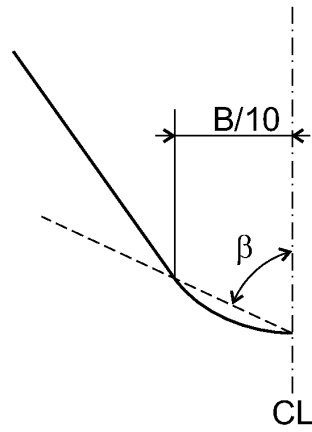


Fig. 7