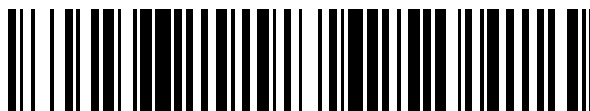


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 684**

51 Int. Cl.:

B63B 1/06 (2006.01)

B63B 1/40 (2006.01)

B63B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2007 E 07802962 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2190729**

54 Título: **Casco para barco de vela**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.10.2013

73 Titular/es:

**SPEED 4 SAIL S.A. (100.0%)
AVENUE DE L'ARTISANAT 2
1420 BRAINE-L'ALLEUD, BE**

72 Inventor/es:

DE TROZ, VINCENT

74 Agente/Representante:

BALLESTER CAÑIZARES, Rosalía

ES 2 424 684 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**CASCO PARA BARCO DE VELA****Descripción**

CAMPO DE LA INVENCION

5 **[0001]** Esta invención hace referencia a barcos de vela lastrados. Más específicamente, la invención hace referencia a barcos de vela con un casco cuya forma de obra viva (la parte del casco inmersa debajo de la línea de flotación también llamada "carena" o "área húmeda" o "bajo obra") se configura para reducir drásticamente la generación de olas.

[0002] El documento DE 195 38 520 constituye lo más cercano a la técnica anterior.

10 ANTECEDENTES

[0003] La resistencia del casco del barco ya había sido estudiada y desglosada para entender mejor la mecánica de fluidez. Taniguchi (en: Taniguchi Tamura, "On a new method of correction for wind resistance relative to the analysis of speed trial results", en los procedimientos de la Conferencia Internacional de Tanques de Remolque ITTC número 11, en 1966) propone varias maneras de
15 desglosar la resistencia de un casco. La reconocida hipótesis de Froude (William Froude: "The Papers of William Froude 1810-1879") es una aproximación que puede complementarse con otros conceptos que a veces son difíciles de tener en cuenta desde un enfoque experimental. La resistencia al movimiento de la nave o del barco, sin importar su velocidad, dimensión y tipo, depende principalmente de dos fenómenos:

20 a) la fricción del agua contra la superficie del fondo (llamada resistencia de arrastre, o también resistencia de fricción o resistencia viscosa);
b) la generación de olas en la superficie debido al paso de la nave sobre el agua (resistencia por formación de olas).

[0004] Una nave que moviéndose a través de la superficie del agua genera un sistema de ola
25 transversal con una velocidad (C_k) igual a la velocidad del buque (V_k). Estas olas autogeneradas representan una dispersión irrecuperable de energía propulsora que es consecuencia de la resistencia del casco durante la "generación de olas". En cuanto a la resistencia total del casco del buque, además de los dos factores principales arriba mencionados, otros factores menores también se han tenido en cuenta, siendo estos: resistencia del aire, resistencia de forma, resistencia
30 producida por los apéndices, resistencia desde el fondo de un casco sucio, y la resistencia en mar agitado. La resistencia de formación de olas y la resistencia de forma también son comúnmente conocidas como resistencia residual.

[0005] Las olas son una señal visible de energía desperdiciada como resultado de los movimientos
35 del agua cerca de la superficie del mar. La velocidad de las olas en movimiento creadas en aguas profundas depende de la longitud de onda. Cuanto mayor es la longitud de onda, mayor la velocidad de la ola. Resulta interesante que la proporción Velocidad/Longitud (SLR) de cada ola es constante e igual a 1,34 independientemente de su longitud (L_w). Al mismo tiempo, cuando la velocidad del buque aumenta, la longitud del sistema de ola transversal ha generado aumentos y hay que destacar que

$$C_k = V_k.$$

[0006] Cuando la longitud de onda L_w se vuelve igual a la longitud de línea de flotación LWL

$$L_w = LWL,$$

el buque entra en una situación crítica porque el casco se encuentra literalmente desplazándose en el vacío de su sistema auto-generador de ola. Esto ocurre a la que se denomina "velocidad crítica". La velocidad crítica no es nada significativa para las embarcaciones grandes, ya que se desplazan a una velocidad que es una fracción de su propia longitud de onda (véase la Fig. 1a) ($LWL \gg L_w$). La velocidad crítica es más significativa para pequeñas naves como los barcos de vela, yates, remolcadores u otros pequeños barcos militares o pesqueros, porque alcanzan esta limitación física rápidamente y evita que un casco desplazando agua se mueva a mayor velocidad que las olas que genera (como se muestra en la Fig. 1b). Se entiende que la velocidad crítica de cualquier casco puede predecirse mediante la fórmula de velocidad de ola aquí resumida:

$$C_k = \sqrt{\frac{9.81 \cdot L_w}{2\pi}}$$

donde C_k es la celeridad en m/s y L_w es la longitud de onda en metros. Esto puede representarse de manera alternativa como:

$$V_k = 1.34 \sqrt{LWL}$$

donde V_k se expresa en nudos y LWL en pies.

[0007] Los barcos que planean pueden moverse con una $SLR > 1.34$, cuando la longitud de onda L_w es mayor que la longitud de línea de flotación del buque LWL y donde pueden beneficiarse de los efectos de deslizamiento puro (como se muestra en la Fig. 1c). Se proporciona un resumen en la Tabla 1:

Tabla 1: Comparación de las características de generación de ola para varias longitudes de onda con los índices de longitud de línea de flotación.

$L_w / LWL = SLR^2 / 1,8$ or $SLR = \sqrt{1,8 L_w / LWL}$			
L_w / LWL		SLR	
0,5	fig 1a	0,95	Velocidad de cruce de los cascos de desplazamiento
1	fig 1b	1,34	Velocidad crítica
2		1,90	
3		2,32	
5	fig 1c	3,00	Efectos de deslizamiento puro

[0008] Desde la velocidad cero hasta aproximadamente $SLR = 1$, la resistencia de arrastre es prácticamente la única fuerza que actúa contra el movimiento del buque. La resistencia de formación de olas comienza a actuar débilmente desde $SLR = 1$ (es decir, $L_w / LWL = 0.6$) y crece significativamente cuando la velocidad se acerca y sobrepasa la velocidad crítica. Ambas resistencias actúan contra el impulso de la fuerza motriz y la naturaleza exponencial de la resistencia

de formación de olas se vuelve la parte más importante del impedimento para desplazarse hacia delante, actuando literalmente como un freno.

[0009] Las formas que puede tomar el fondo del casco son esencialmente dos: redonda o perfilada. El fondo redondo tiene forma de sentina redonda y se utiliza tradicionalmente para cascos de desplazamiento y de semidesplazamiento. El fondo perfilado se utiliza en los barcos que planean para sus efectos de deslizamiento a altas velocidades ($3.0 < SLR$). Al no existir límites entre estas formas extremas, algunas naves tienen cascos que, adaptados a su peso, longitud y velocidad, caen a medio camino entre un fondo de desplazamiento y uno de deslizamiento. Este compromiso se define como fondo de semiplaneo o de semidesplazamiento y también puede denominarse "en v profunda". Los cascos de naves de semiplaneo se potencian en exceso para permitirles superar el problema de su ola de roda (la nariz del barco debe ascender por la parte posterior de la ola de roda). Comúnmente, una vez que estos cascos alcanzan la fase de planeo, puede reducirse su potencia. Cabe destacar que todos los tipos de fondo están generando constantemente una gran cantidad de olas a velocidades bajas y medias, lo que perjudica un funcionamiento bueno y económico.

[0010] Típicamente las altas velocidades son inalcanzables para los cascos de desplazamiento como los de un barco de vela lastrados. Para los barcos de vela que funcionan aproximadamente con una $SLR = 1,34$, doblando la potencia sólo se podría aumentar la velocidad un 15%. Algunos barcos de vela de carreras pueden llegar a veces a superar ese límite de velocidad bajo condiciones atmosféricas apropiadas, gracias a una fuerte aclaración y también a una fascinante manipulación. Según se explica abajo, las formas de popa también pueden modificar el nivel de velocidad crítica. Sin embargo, cuando un barco de vela funciona a su velocidad crítica, podemos observar que todo el barco se empuja hacia abajo en el vacío de su propia ola, estando la línea de flotación extrañamente inmersa, resultando en un confinamiento real del propio buque en una gran barrera de agua.

[0011] Antes de continuar, resumiremos el efecto Coanda. Describe la tendencia de una corriente de fluido a permanecer unida a una superficie convexa, en lugar de seguir su dirección original en línea recta. Con tal de entender mejor lo que ocurre cuando está en movimiento un casco con una forma como el de un barco de vela, llevaremos a cabo una pequeña demostración. Si alguien sujeta la parte posterior de una cuchara cerca de (pero sin tocar) una corriente de agua que corre libremente fuera de un grifo (llave de agua), la corriente de agua se desviará de la vertical con tal de correr por encima de la parte posterior de la cuchara. Suspendiendo la cuchara libremente, sentimos como se introduce fuertemente en la corriente de agua, como si el agua fuera un imán. Muchas personas se sorprenden de cómo se introduce la cuchara instantáneamente en la corriente en vez de repelerla.

[0012] Ahora, imaginando toda la escena en una posición horizontal, la cuchara representa el casco intentando moverse con rapidez sobre la superficie del mar, entendemos mejor lo que pueden provocar unas líneas curvas sobre el fondo del casco. A partir de la primera ley de Newton, se conoce que para que el fluido rueda sobre la superficie del casco (o de la cuchara) esta debe tener una fuerza capaz de actuar sobre él. A partir de la tercera ley de Newton, se conoce que el fluido debe ejercer una fuerza igual y opuesta sobre el objeto que provoca la desviación del fluido. Pese a que se generan presiones negativas sobre estas superficies convexas y explican por qué el casco de

un barco de vela convencional se ve fuertemente frenado y sumergido al aumentar su velocidad, provocando este deterioro el problema inicial de la ola. Incluso si no puede observarse a simple vista en buques más grandes como las embarcaciones, el fenómeno sigue siendo el mismo y la demostración sigue siendo válida para cascos con un fondo de rastrillo que sube hacia la popa y/o una parte de clausura de popa. Dependiendo de los ángulos de la parte de popa, el agua que corre a lo largo de las paredes y el fondo del casco genera no sólo una fuerte fuerza que impulsa el casco hacia abajo sino también una fuerza lateral y especialmente una fuerza posterior resultante no deseada que actúa como un enorme freno.

[0013] US20020979595, US2005022713 (ambos en nombre de REYNOLDS ZACHARY), y otros documentos relacionados, describen con detalle la necesidad de disminuir la generación de olas y las ventajas que dicha investigación podría acarrear para el campo de la navegación.

[0014] Resumiendo estas consideraciones, con tal de permitir que un barco de vela se mueva a una velocidad mayor a la velocidad crítica, la energía de propulsión debe superar una resistencia hidrodinámica que se resume en A) la resistencia de arrastre que es aproximadamente proporcional en el área húmeda (el área de la obra viva), B) la resistencia de un sistema de ola transversal autogenerada.

[0015] El último también puede desglosarse en dos puntos generativos:

B1) las olas frontales encuentran su origen en el desplazamiento masivo de agua provocado por la proa y las paredes delanteras,

B2) el sistema de ola de roda encuentra su origen en un fenómeno armónico compuesto por

B2.1) como oscilación principal el efecto Coanda,

B2.2) como oscilación secundaria la segunda cresta de la ola frontal, que es de $SLR = 1.34$ que corresponde en frecuencia con la longitud de línea de flotación del barco (LWL), y

B2.3) por los efectos de succión provocados por los apéndices (piezas de cola) como oscilaciones secundarias que actúan como armónicos.

[0016] Cabe destacar sobre la forma de la roda y del borde: debido a las formas inclinadas de la popa (Fig. 1d), el LWL aumenta artificialmente a una velocidad creciente. La velocidad crítica aumenta entonces. Por lo tanto, en este momento el segundo nodo de la ola frontal 11 ya no se encuentra justo en el extremo del LWL 10 calculado a una velocidad cero sino más a popa, cuando el primer nodo de ola producido por el efecto Coanda 12 se encuentra justo a popa de la toldilla a corta distancia, un poco más hacia atrás. Este hecho explica cómo prácticamente la mayoría de los barcos de vela modernos consiguen desplazarse un poco más rápido que la velocidad crítica calculada: el antinodo real 14 puede formar temporalmente un nuevo SLR calculado que alcanza $\approx 1,67$. Esto significa que la velocidad punta puede aumentar hasta un 25% dependiendo de la forma de popa.

[0017] Para desplazarse hacia adelante, un barco debe obviamente mover, desplazar, separar o desviar agua. Cabe destacar que para un cuerpo móvil en el agua existen dos maneras de desviar agua: una primera manera donde la deslocalización de las moléculas de agua se lleva a cabo únicamente mediante la fluidez, es decir la deslocalización del líquido se realiza a un bajo coste energético. En tal deslocalización, la inercia inducida al agua se mantiene a un nivel bajo y no se producen olas, solo pueden observarse contracorrientes y remolinos. Por ejemplo, desplazar lentamente la mano de manera perpendicular a la superficie de la bañera hace que el agua se

desplace por la fluidez como en un sistema de vasos comunicantes. En un segundo modo la cantidad de agua desplazada de golpe al mismo tiempo es tan alta que la desviación por fluidez ya no es suficiente. Aquí la energía transmitida a las moléculas de agua excede el umbral de fluidez, existe una gran inercia inducida a la masa de agua forzada en movimiento y esto provoca la producción de olas. Dicho desplazamiento de agua puede compararse con una deflagración o una explosión en el aire. La dirección tomada por cada molécula de agua puesta en tal movimiento simplemente no importa, sabiendo que el resultado de las fuerzas se dirige, aproximadamente, perpendicular a la superficie que genera este desplazamiento, en este caso el casco. Desde un punto de vista en concreto, podemos decir que al disminuir el ángulo de penetración del casco en el agua, podemos influir en el resultado positivamente, es decir podemos disminuir la velocidad de deslocalización del agua a desplazar, a la vez que se aumenta la propia velocidad del casco. Según se muestra en la Fig.2a, el ángulo de penetración, la velocidad del barco y la velocidad del agua evacuada están íntimamente relacionados y, en el extremo, un ángulo tangente liberaría una velocidad de eyección lateral nula. Pero diseñar un casco que fuera simplemente cubierto con un buen ángulo de pared impediría tener suficiente volumen o aumentaría su longitud de manera intolerable o pondría en peligro la estabilidad lateral emitiendo sobre un casco demasiado estrecho.

[0018] Es por lo tanto un objetivo de la invención crear cascos que sean más rápidos, en particular para barcos de vela para los que no es fácil disminuir el peso (por culpa del peso intrínseco, el lastre, la carga y la comodidad) o más económicos para su uso en barcos a motor y yates.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0019] De acuerdo con la presente invención según se define en la reivindicación independiente 1, se proporciona un casco para un barco de vela lastrado. El casco comprende secciones frontales con una buena forma para deslocalizar el agua al navegar por ella sustancialmente mediante fluidez, reduciendo así la generación de olas basadas en consideraciones de agua en calma.

[0020] La forma adecuada puede estar caracterizada por una curva de áreas (ΣA), que corresponde con la mitad de la sección transversal del casco por debajo de la línea de flotación. El valor absoluto del cambio de gradiente $\Delta A/d$ de la curva de áreas a lo largo de una longitud predeterminada de la distancia horizontal entre las perpendiculares tomadas en los puntos más cercano a proa (FP) y el más cercano a popa (AP) sobre la línea de flotación puede corresponder sustancialmente con:

$$\left| \frac{\Delta A}{d} \right| \leq 0.126 \text{ m}.$$

[0021] En una segunda configuración del aspecto arriba mencionado, el valor absoluto del gradiente $\Delta A/d$ de la curva de áreas puede corresponder sustancialmente con:

$$\left| \frac{\Delta A}{d} \right| \leq 0.115 \text{ m}.$$

[0022] En otra configuración la longitud predeterminada puede ser al menos dos tercios de la distancia horizontal entre las perpendiculares tomadas en el punto más cercano a proa (FP) y el más cercano a popa (AP) sobre la línea de flotación.

[0023] En una configuración alternativa la longitud predeterminada puede ser sustancialmente la distancia horizontal entre las perpendiculares tomadas en el punto más cercano a proa (FP) y más cercano a popa (AP) sobre la línea de flotación.

[0024] En otra configuración del aspecto arriba mencionado el volumen de apéndices como una quilla o un lastre puede no tenerse en cuenta en el cálculo de la curva de áreas (ΣA).

[0025] En una configuración del aspecto arriba mencionado, la curva de áreas (ΣA) puede ser aquella de casco convexo tridimensional que circunscribe el casco.

[0026] En una configuración adicional del aspecto arriba mencionado, la curva de áreas (ΣA) puede obtenerse mediante la teoría de que las formas de secciones de popa están llenas.

[0027] En otra configuración del aspecto arriba mencionado el casco puede comprender líneas actuando como faldas en formas reales.

[0028] De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, un barco de vela lastrado comprende un casco de acuerdo con cualquiera de las configuraciones del primer aspecto.

[0029] De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, un barco de vela habitable comprende al menos un casco de acuerdo con cualquiera de los aspectos precedentes.

[0030] En una primera configuración del tercer aspecto, el barco de vela puede no ser un barco de vela lastrado común.

[0031] En una segunda configuración del tercer aspecto, el barco de vela puede ser un trimarán.

[0032] En una tercera configuración del tercer aspecto, el barco de vela puede ser un catamarán.

[0033] La presente invención proporciona varios aspectos beneficiosos como permitir alcanzar un intervalo de velocidades anteriormente inalcanzables para barcos de vela lastrados, mejorando el funcionamiento de los barcos multicasco habitables, o al navegar con el motor, economizando combustible a una velocidad cercana a la velocidad de la ola al compararse con cualquier otro casco. Una ventaja particular de los cascos según se proponen en la presente invención puede ser la reducción o falta virtual de una ola frontal, ola lateral y ola de roda, en particular al navegar en aguas en calma. Aplicando el concepto aquí descrito, los barcos pueden conseguir efectos de planeo naturales con una velocidad en aumento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0034]

La Fig. 1a muestra la longitud de onda comparada con la longitud de línea de flotación de un casco a una velocidad baja.

La Fig. 1b ilustra la longitud de onda comparada con la longitud de la línea de flotación de un casco a una velocidad de unidad con una proporción de longitud (SLR = 1,34).

La Fig. 1c describe la longitud de onda y la forma de ola de los barcos de planeo a $SLR > 1,34$, para los que la longitud de onda L_w es mayor que la longitud de línea de flotación del barco LWL y donde se beneficia de los efectos de deslizamiento puro.

La Fig. 1d muestra la longitud de onda comparada con la longitud de la línea de flotación de un casco de barco de vela convencional a una velocidad de unidad con una proporción de longitud SLR

= 1,34.

La Fig. 2a describe una forma de casco de barco de vela convencional y la interrelación entre el ángulo de penetración, la velocidad del barco y la velocidad del agua evacuada.

La Fig. 2b muestra las áreas de dos secciones de casco inmersas. La Fig. 2c ilustra el método de la
5 curva de áreas.

La Fig. 3a muestra una curva de áreas de un casco de barco de vela convencional.

La Fig. 3b muestra una curva de áreas de un casco de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 3c muestra una curva de áreas de un casco adicional de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 3d muestra una curva de áreas de un casco de una embarcación de semiplaneo con una
10 entrada "en v profunda".

La Fig. 4 muestra líneas de flotación de un casco preferido de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 5 resume las curvas de resistencia a la inclinación para diferentes formas de casco.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 **[0035]** De acuerdo con la presente invención la velocidad crítica de un casco puede superarse al aumentar lo cortante que es la penetración en el agua manteniendo un lateral de deslocalización del agua a una velocidad muy baja, por debajo del umbral de fluidez para evitar la generación de olas en las secciones delanteras. Esto puede optimizarse seleccionando con cuidado las formas del sistema generador de ola de popa en las secciones de popa.

20 **[0036]** Con tal de determinar cuáles son los límites que permiten a un casco de navegación desplazar el agua mediante fluidez (es decir, sin crear olas en su parte delantera), los siguientes términos y método se utilizarán.

[0037] La longitud entre perpendiculares (LBP) representa la distancia horizontal medida entre perpendiculares tomadas en el punto más cercano a proa (FP) y el punto más cercano a popa (AP)
25 de la línea de flotación que corresponde con la corriente de funcionamiento normal, con el casco no escorado. Aquí, FP es la perpendicular de proa y AP es la perpendicular de popa.

[0038] En el método, la distancia entre las perpendiculares (LBP) se dividirá en un número conveniente de espacios iguales para dar un número de secciones espaciadas de manera uniforme. El número de secciones será preferiblemente de veinte con tal de tener un buen control de la
30 deslocalización lateral del agua. Sin embargo, algunos análisis más complicados, o yates grandes, pueden requerir una emisión más detallada y puede que deba aumentarse el número de secciones.

[0039] La parte del volumen situado por debajo de la línea de flotación y entre las dos secciones adyacentes se denominará de aquí en adelante sección V_n . La suma de todas las secciones V_n es igual al desplazamiento del casco/barco. Debemos mencionar que el volumen de los apéndices
35 como la quilla o lastre no deben tenerse en cuenta en el cálculo de las secciones V_n .

[0040] Desde FP (perpendicular de proa) hasta la sección Ax (la sección transversal inmersa más grande del casco), cada sección V_n abre una parte del agua. En relación con todo el casco, y desde el punto FP hasta la sección Ax, cada sección V_n desviará un poco más de agua que la anterior, así que podemos decir que $V_{n-1} < V_n$. Llegando a la sección V_x (la sección V_n que corresponde

con/incluye la sección Ax, por lo tanto con el mayor volumen) todo el agua que deba abrirse entrará en movimiento. Si la sección Ax no está situada en la sección más posterior, la sección Vx irá seguida de otras secciones Vn decrecientes hasta la última sección Vn de popa ($V_{n-1} > V_n$), o permanecerán iguales si las secciones se mantienen constantes. A esta descripción le sigue que cada sección puede calcularse en relación con sus límites. Se entiende que:

$$V_n - V_{n-1} = \Delta V$$

con ΔV (el volumen de agua puesto en movimiento por cada sección Vn) teniendo un valor positivo, cero o negativo.

[0041] Ya que sabemos que el volumen desplazado, desviado por el casco en movimiento, depende directamente de la sección Ax, podemos construir la misma relación con las áreas de cada sección, y con más razón podemos construir la misma relación con semi-áreas de cada sección:

$$A_n - A_{n-1} = \Delta A$$

con ΔA (la diferencia de semi-área entre dos secciones limitantes) con un valor positivo, cero o negativo (Fig. 2b).

[0042] Según se destaca en varios tests hechos con modelos, el agua mantiene un desplazamiento fluido si el gradiente $\Delta A/d$ no excede el valor dado por la regla:

$$\left| \frac{\Delta A}{d} \right| \leq 0.126 \text{ m}$$

[0043] Donde d es la distancia entre las secciones.

[0044] Para obtener incluso mejores resultados, se prefiere que el casco siga la regla:

$$\left| \frac{\Delta A}{d} \right| \leq 0.115 \text{ m}$$

[0045] Con tal de visualizar la implementación de las líneas del casco, el arquitecto naval tiene que dibujar la 'curva de áreas' (también denominada ocasionalmente la curva de desplazamiento) que se convertirá en el mejor indicador gráfico de los volúmenes de agua desplazados de manera lateral. Esta curva hace posible visualizar en un diagrama la distribución del volumen a lo largo del casco. La superficie localizada bajo la curva representa el volumen inmerso del casco.

[0046] Con referencia ahora a la Fig. 2c, el método se aplica según se explica a continuación: el casco se divide en varias secciones 26 a intervalos regulares en su dirección longitudinal. En cada sección medimos el área (superficie) de la mitad de la sección transversal inmersa 27. En el diagrama, establecemos cada sección a intervalos regulares en la coordenada-X y registramos en la ordenada-Y el valor lineal 28 de la mitad del área inmersa medida en la sección correspondiente. Conectando los extremos de los 'vectores de área' entre ellos, la forma 29 que podemos llamar ΣA ilustra el desplazamiento (el volumen) de la mitad de obra viva. En el caso de varias superficies en la misma sección, el vector del área es la suma de las superficies incluidas en esta sección.

[0047] La Fig. 3a muestra la curva de áreas de una forma de casco de barco de vela clásico, y más en particular el casco ilustrado en la Fig. 1d y en la Fig. 2. Muestra abiertamente la posición de la

sección más grande "Ax", que está situada obviamente en un lugar diferente a la posición de la sección más amplia (BWL, través en la línea de flotación), o en cualquier otro lugar diferente al punto más profundo del cuerpo del casco o al punto más profundo de los apéndices (quilla). Cabe destacar que los apéndices como la quilla o el lastre raramente se toman en cuenta en la curva de áreas.

5 **[0048]** Según vemos a continuación, sustraer la superficie de cada subsección de la curva de áreas por su límite anterior, permite obtener el volumen de agua puesta en movimiento por cada sección por sí misma para la mitad del casco, y de ese modo la dirección de su desplazamiento (moviéndose a un lado o volviendo).

10 **[0049]** En términos de deslocalización de agua, la distribución ideal sería un casco con su curva de áreas en línea recta, desde el punto FP (la perpendicular de proa) y un extremo al final de la sección de popa AP (perpendicular de popa), como se describe en la Fig. 3b. Sin perjuicio de las formas reales del propio casco, al observar esto, el arquitecto naval mantiene algún grado de libertad en la elección de las formas que pueden ser simples o complejas, y para las que cada línea de contorno (línea de flotación, transversal o longitudinal) puede ser cóncava, recta o convexa.

15 **[0050]** Con referencia aún a la Fig. 3b, para visualizar la pendiente límite del desplazamiento por fluidez, podemos trazar una línea 31 desde un FP proporcionando una pendiente que corresponde con:

$$A_{AP} = 0.115 \text{ m} \cdot L_{BP}$$

20 **[0051]** Donde A_{AP} sería el valor de la mitad del área de una sección imaginaria en el punto AP (la perpendicular de popa) y L_{BP} sería, como se menciona anteriormente, la distancia entre las perpendiculares, también denominada LWL (longitud de la línea de flotación).

25 **[0052]** Con tal de mantener una deslocalización por fluidez, el contorno de cualquier curva de áreas no debe exceder esta inclinación límite y si la curva de áreas se dibujó curvada como aquellas ilustradas en las Figs. 3a, 3c o 3d, cualquier parte de estas curvas no debería tener una inclinación mayor a la propia línea de inclinación límite 31. Este último criterio puede controlarse de manera gráfica en cualquier punto de la curva de áreas utilizando cualquier herramienta de diseño como el conocido método de líneas paralelas.

30 **[0053]** Debido a que todas las curvas de áreas de las Figs. 3a, 3b, 3c, 3d se dibujaron teniendo la misma superficie (medida cuadrada) y se dibujaron a la misma escala, podemos compararlas con el único objetivo de debatir los ángulos máximos formados en algunos puntos de estas curvas. Cabe destacar que los cascos de la Fig. 3a y de la Fig. 3d tienen ángulos mayores a aquel de la línea 31, lo que significa que estos cascos tienen las características para la creación de olas al menos en sus partes delanteras.

35 **[0054]** Además, al tener las curvas de áreas de las Figs. 3a, 3b, 3c y 3d la misma medida cuadrada, todos los cascos que resultan de ellas tendrán el mismo tonelaje. Pero cabe destacar que cada una de ellas tiene valores de sección Ax diferentes, por lo tanto, como se explicará a continuación, cada una pondrá en movimiento diferentes cantidades de agua, exactamente en proporción con sus áreas de sección Ax respectivas. Esto ocurrirá independientemente a las formas de cada uno de estos cascos.

40 **[0055]** El arquitecto naval puede decidir arquear levemente la curva de áreas según se muestra en la

Fig. 3c, con tal de obtener mayor cuerpo (de volumen) en las secciones centrales de la obra viva, moviendo de manera beneficiosa el centro de la flotabilidad un poco hacia delante y reduciendo un poco más la sección Ax. Por lo tanto el arquitecto puede controlar que la inclinación de curva no sea más excesiva refrescando el cálculo del ΔA local mediante las reglas aquí arriba dadas con tal de mantener en cada punto del casco el desplazamiento de agua por fluidez.

[0056] El valor coeficiente del gradiente $\Delta A/d = 0,115$ m en mi fórmula es, según han destacado mis obras, el máximo para un desplazamiento de agua óptimo por fluidez. Si se aumentara este valor provocaría un ángulo o inclinación más significativa de la curva de áreas, lo que provocaría un desplazamiento lateral del agua más brusco, en un modo de deflagración, y provocaría así la apariencia de olas.

[0057] Si los volúmenes complejos se implementan, puede ser difícil tener una curva de áreas perfectamente recta o convexa en cualquier punto. Con referencia a la Fig. 3c, es suficiente asegurarse de que el ángulo localizado 33 de la curva no induce un gradiente $\Delta A/d$ que excede un valor local, controlado por medio de la fórmula, pero permitiendo cambiar en una manera delimitada localmente el valor de coeficiente de 0,115 m a 0,126 m. En este ángulo o gradiente se descubrió un principio de formación de un colchón de agua. Por lo tanto es posible crear un gran número de formas diferentes en la misma y única curva de áreas (que en la Fig. 3c por ejemplo), teniendo todas la misma característica de no producir olas.

[0058] De acuerdo con las formas adoptadas y las líneas en las formas reales, las capacidades de dirección, velocidad, planeo serán más o menos desarrolladas y justificadas por el programa de uso proporcionado. Pese a que no se recomienda, la curva de áreas puede disminuir tras haber pasado la mayor sección Ax, siempre que la inclinación parcialmente disminuida no exceda temporalmente un valor de coeficiente de 0,126 m en mi fórmula. Cualquiera que sea la configuración, todas las líneas de flotación deben acabar en un ángulo agudo con tal de cortar las corrientes de agua y evitando así las consecuencias no deseadas del efecto Coanda. Debe entenderse, y particularmente en su inclinación finalmente en disminución, que la curva de áreas se refiere a formas rellenas. En otras palabras, a todos los "cortes" o todas las formas vacías producidas por cualquier parte del espejo de popa escalonado u oblicuo o por cualquier falda provocando una disminución de la inclinación que excede temporalmente un valor de coeficiente de 0,126 m en mi fórmula o produciendo espacios en la curva que no deben tomarse en cuenta en el método, viendo que las corrientes de agua abandonan el casco desde estas formas. Los parámetros de este método son aplicables tanto a los monocascos, como a los multicascos habitables, que se desplazan por velas o por un motor. En las Figs. 3a y 3d, 30 y 34 denotan los ángulos localizados y sus valores de las otras curvas con características de "generación de ola".

[0059] Podría imaginarse que por la necesidad de una razón técnica como la raíz de los planos anti sotavento o la base de quilla o por la necesidad de motorización, escotilla de buceo o más generalmente algún alojamiento interior o exterior que pueda construirse con las formas reales proporcionando algún vacío o soporte o protrusión o cualquier aumento o disminución de la obra viva, que tendría como consecuencia un ángulo menos puntual en la curva de áreas. Obviamente, sin perjuicio de la pertinencia de estos en relación con su funcionamiento, puede tolerarse que la

curva de áreas tenga alguna interrupción (de hasta un tercio de la distancia *LBP*) desviándola de las reglas aquí descritas sin causar daño al método completo.

[0060] La Fig. 4 muestra una forma preferida para un barco de vela construido con la sección Ax 41 casi en el espejo de popa. Esta elaboración del casco evitará roturas mediante el efecto Coanda en las formas posteriores. 42 denota líneas de flotación abiertas en el espejo de popa, modo en el que las corrientes de agua se cortan para evitar dicho efecto de rotura o la generación del sistema de olas de roda, contrario a las líneas de flotación de cualquier barco de vela lastrado que están generalmente cerradas en bucle. El buque escorado navega sobre un eje ligeramente diferente (línea lubber) a aquel cuando navega aproximadamente a 0° de escora con viento favorable o mediante un motor, que no sea perjudicial para el correcto funcionamiento ni el uso, estando acostumbrado a ese comportamiento cualquier timonel del barco de vela. La curva de áreas mostrada en la Fig. 3c podría ser la curva de áreas de este casco, sin el ángulo localizado 33 que se indica en el dibujo justo por la necesidad del ejemplo. El espacio observable en las secciones de popa de la curva de áreas descrita en la Fig. 3c se debe a la configuración del espejo de popa que se divide en diferentes secciones sólo para las necesidades de los alojamientos y motorización. La posición de popa del centro de flotabilidad se equilibra mediante un lastre interno. Cuando aumenta la velocidad, el casco comienza su fase de planeo por encima de $SLR \approx 2$ sin producir olas indeseadas o un efecto de rotura como haría cualquier casco.

[0061] Varios experimentos de remolque se han llevado a cabo en agua libre. Los modelos usados tenían una longitud de 2,65 metros. Esto hace posible comparar los cascos con formas de acuerdo con aquellas curvas de áreas ilustradas respectivamente en las Figs. 3a y 3c. Estos experimentos se han llevado a cabo en agua bajo condiciones muy tranquilas. Los resultados apoyan el método aquí descrito, que permite que cualquier casco se diseñe y construya para funcionar desde una velocidad cero a una velocidad similar a $SLR = 3$, manteniendo el desplazamiento lateral del agua únicamente con fluidez y visiblemente sin producir olas. Además, los efectos de deslizamiento se han observado antes de alcanzar esta velocidad. De manera simultánea, se remolcó un modelo con un casco clásico y se registró que el agua se desplazaba de manera no fluida (es decir, generando un sistema de olas frontal) por encima de $SLR = 0,74$, y además desarrolló un efecto de freno significativo por encima de $SLR = 1,25$. Las medidas de resistencia del agua tomadas también demuestran que los cascos con una curva de áreas similar a la curva de áreas ilustrada en la Fig. 3c y diseñada de acuerdo con estas recomendaciones ofrecen virtualmente sólo una resistencia de arrastre y sustancialmente ninguna resistencia de ola.

[0062] La Fig. 5 muestra de forma resumida las curvas de resistencia al remolque a partir de los experimentos para tres cascos con el mismo desplazamiento. La curva R de resistencia del casco "a" corresponde con el casco de barco de vela típico construido de acuerdo con la curva de áreas mostrada en la Fig. "3a" con las líneas de flotación según se ilustra en la Fig. 2. La curva de resistencia del casco "c" corresponde con un casco de barco de vela construido en de acuerdo con la curva de áreas descrita en la Fig. "3c" con líneas de flotación de acuerdo con la Fig. 4. La curva de resistencia "d" corresponde con un casco típico de embarcación de semiplaneo con una entrada "en V profunda" que corresponde a la curva de áreas mostrada en la Fig. 3d. La Fig. 5 prueba que los

cascos diseñados de acuerdo con la presente invención producen una resistencia altamente reducida por encima de $SLR = 1,34$ y por ello necesita menos potencia para obtener la misma velocidad. De manera alternativa, el casco de acuerdo con la presente invención permite significativamente obtener más velocidad a mantener la potencia existente.

5 **[0063]** Además, con tal de desplazar el agua tan suavemente como sea posible, puede tener más ventajas posicionar la sección más larga Ax en la posición más a popa, preferiblemente en el espejo de popa (la sección más a popa), y distribuir muy regularmente los volúmenes de agua desviada de manera lateral a través de la longitud del casco.

10 **[0064]** Al posicionar la sección más larga Ax en la posición más a popa, por una parte el casco no crea olas, el impulso inducido al agua desviada siendo menor que el umbral de fluidez. Por otra parte su sección más larga Ax puede ser preferiblemente un 30% más pequeña que un casco típico de barco de vela clásico teniendo exactamente el mismo tonelaje, siendo esto una gran ventaja ya que este casco desplazará también un 30% menos de agua para navegar una distancia idéntica. Para ayudar a entender este hecho, imaginemos dos grandes cajas rectangulares avanzando en una calle
15 muy llena, la primera caja siendo estrecha, la segunda tres veces más ancha. ¿Cuánta gente debería moverse para dejar pasar cada una? Si para cada metro que recorre la primera caja, deben moverse 10 personas, parece obvio que la caja más amplia necesitará desplazar 30 personas para avanzar la misma distancia. Exactamente igual que el ancho de las cajas en movimiento, el volumen de agua a desplazar depende no del "desplazamiento" ni del volumen de un casco sino principalmente de la
20 sección más grande Ax . Esto muestra que los cascos de barcos de vela con forma tradicional, teniendo todos su sección Ax situada al menos a dos tercios de su longitud total, pondrán en movimiento aproximadamente un 30 o 35% más de agua que cualquier casco diseñado con una sección Ax a popa, pese a tener el mismo tonelaje.

25 **[0065]** No existe duda de que otras alternativas efectivas se le ocurrirán a aquellas personas expertas en la técnica. Deberá entenderse que la invención no está limitada a los modos de realización descritos e incluye modificaciones aparentes para aquellos expertos en la técnica dentro del ámbito y alcance de las reivindicaciones aquí adjuntas.

Reivindicaciones

1. Un barco de vela lastrado comprendiendo un único casco, el casco comprendiendo una proa y un espejo de popa, el casco teniendo una obra viva que permite desplazar agua al navegar por ella sustancialmente por fluidez, reduciendo así la generación de olas basándose en condiciones de agua en calma, en el que la obra viva del casco se **caracteriza por** una curva de áreas (ΣA), que representa áreas de semi-secciones transversales del casco por debajo de la línea de flotación, dichas áreas estando tomadas sobre una longitud predeterminada, la longitud predeterminada representando al menos dos tercios de la distancia horizontal entre las perpendiculares más a proa (FP) y la más a popa (AP) de la línea de flotación, en secciones transversales consecutivas diferentes, la distancia entre las dos secciones transversales consecutivas siendo igual a d , en la que ΔA corresponde a la diferencia entre dos valores sobre la curva de áreas, y en la que el valor absoluto del gradiente $\Delta A/d$ corresponde sustancialmente con:

$$\left| \frac{\Delta A}{d} \right| \leq 0.126 \text{ m.}$$

2. Un barco de vela lastrado de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el valor absoluto del gradiente $\Delta A/d$ de la curva de áreas corresponde sustancialmente con:

$$\left| \frac{\Delta A}{d} \right| \leq 0.115 \text{ m.}$$

3. Un barco de vela lastrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la longitud predeterminada es sustancialmente la distancia horizontal entre las perpendiculares tomadas en los puntos más a proa (FP) y más a popa (AP) sobre la línea de flotación.

4. Un barco de vela lastrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el volumen de los apéndices como la quilla o el lastre no se tienen en cuenta en el cálculo de la curva de áreas (ΣA).

5. Un barco de vela lastrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la curva de áreas (ΣA) es aquella del casco convexo tridimensional circunscribiendo el casco.

6. Un barco de vela lastrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 4, en el que la curva de áreas (ΣA) es aquella obtenida gracias a la hipótesis según la cual las formas de las secciones de popa están llenas.

7. Un barco de vela lastrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 5 a la 6,

en el que el casco comprende líneas que actúan como faldas en sus formas reales.

8. Un barco de vela lastrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en las que la sección transversal inmersa más grande (A_x) está prácticamente en el espejo de popa.

5

9. Un barco de vela lastrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, en el que la sección transversal inmersa más grande (A_x) está en el espejo de popa.

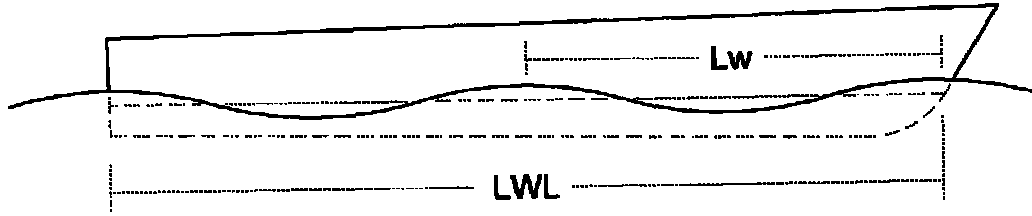


Fig. 1a

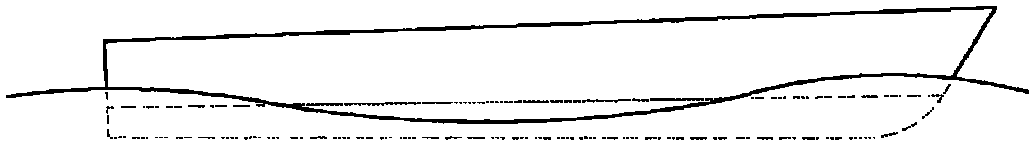


Fig. 1b

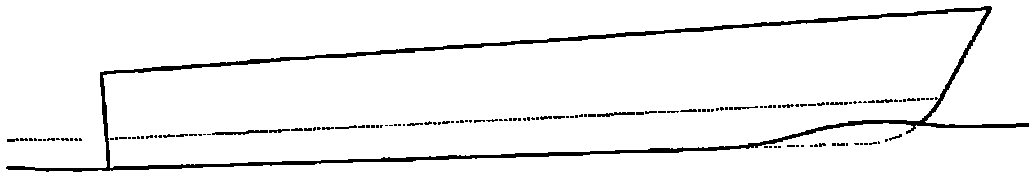


Fig. 1c

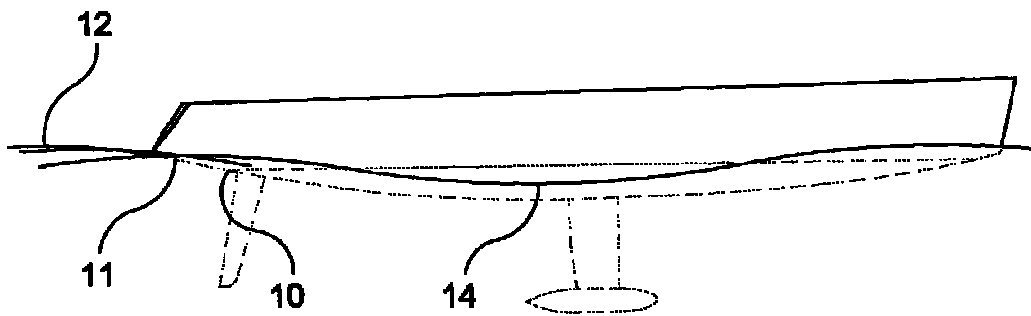


Fig. 1d

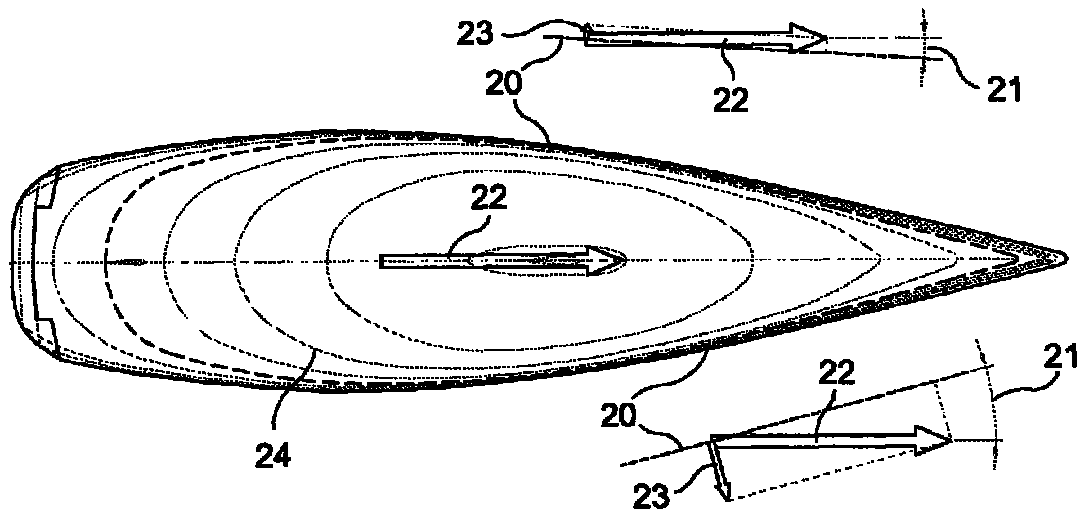


Fig. 2a

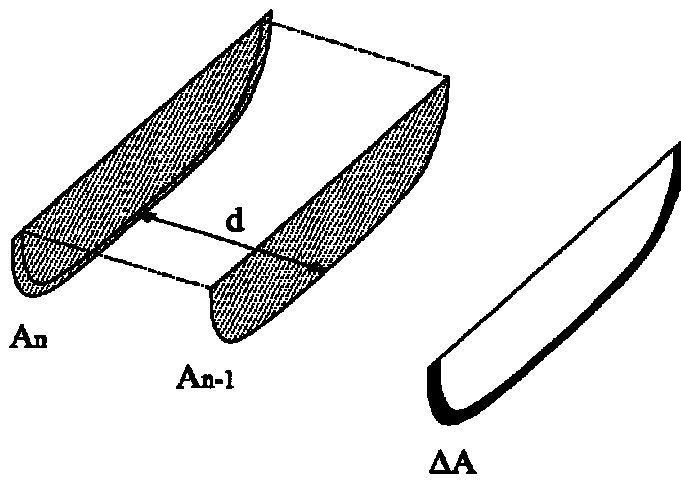


Fig. 2b

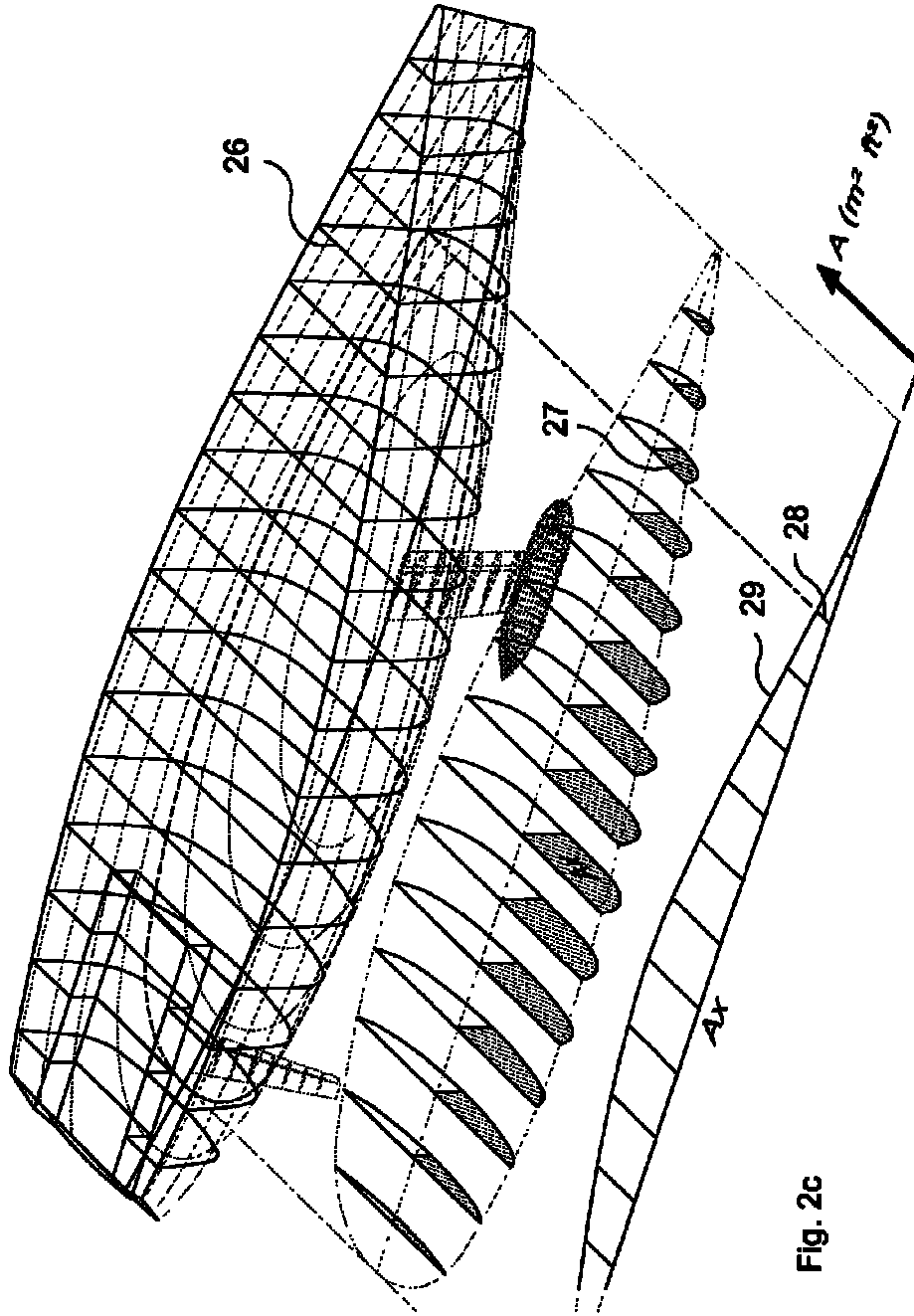
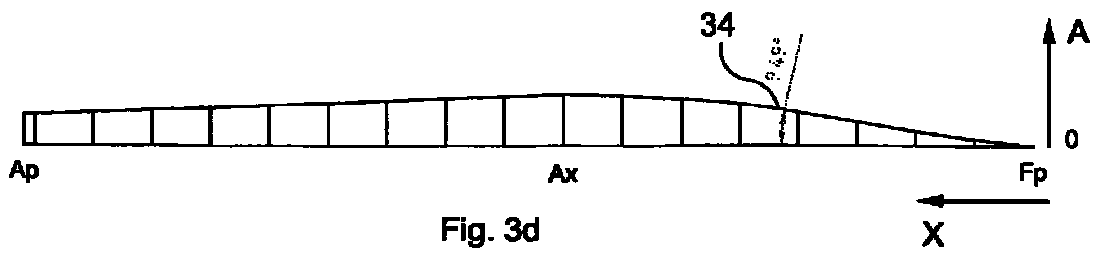
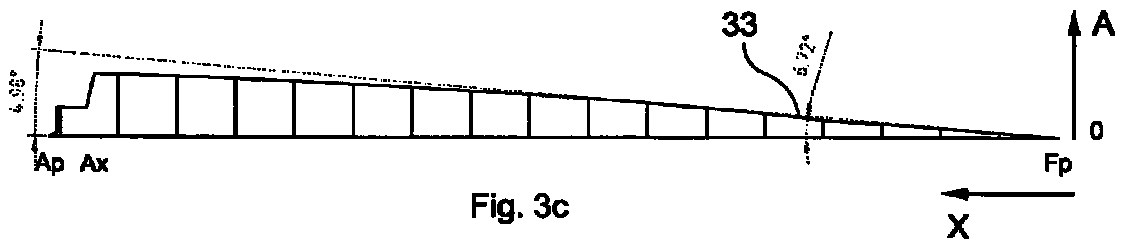
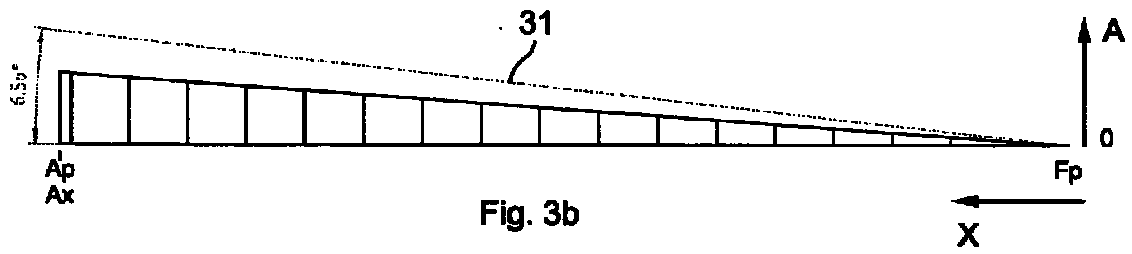
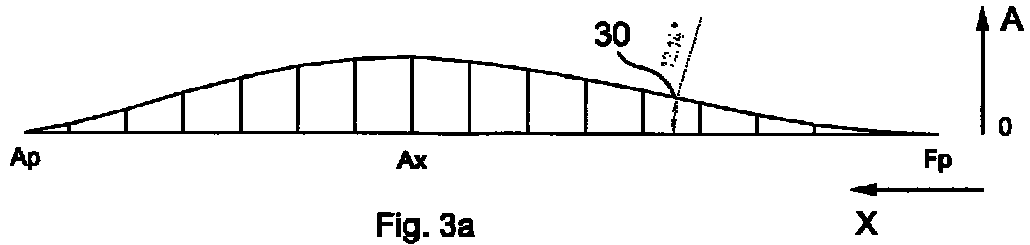


Fig. 2c

3/5



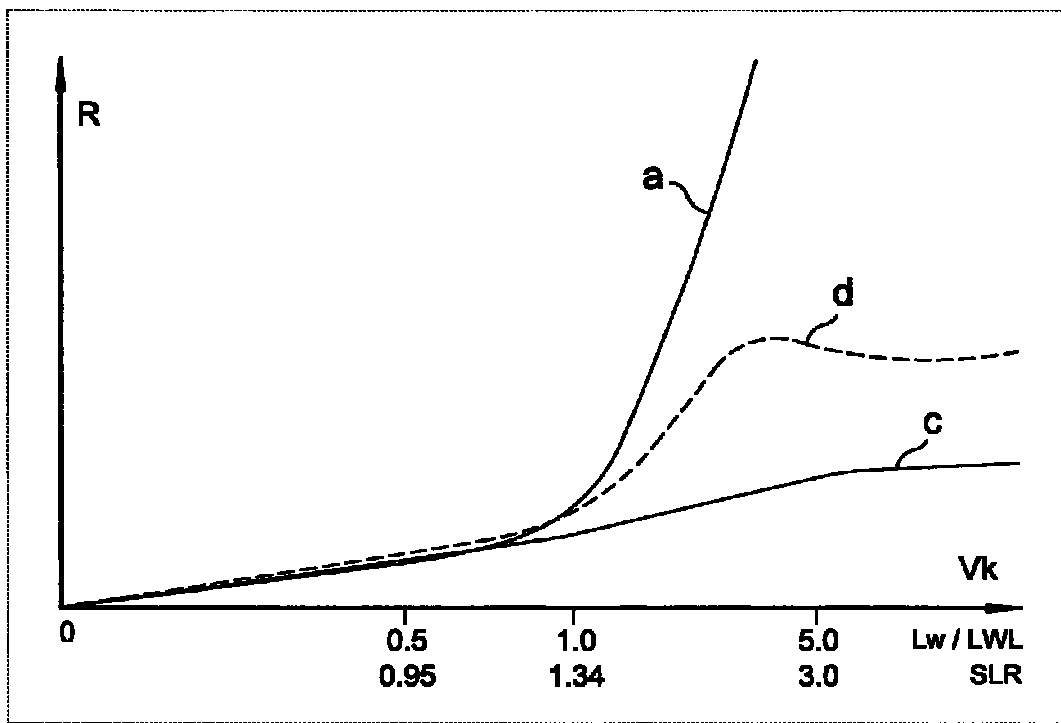
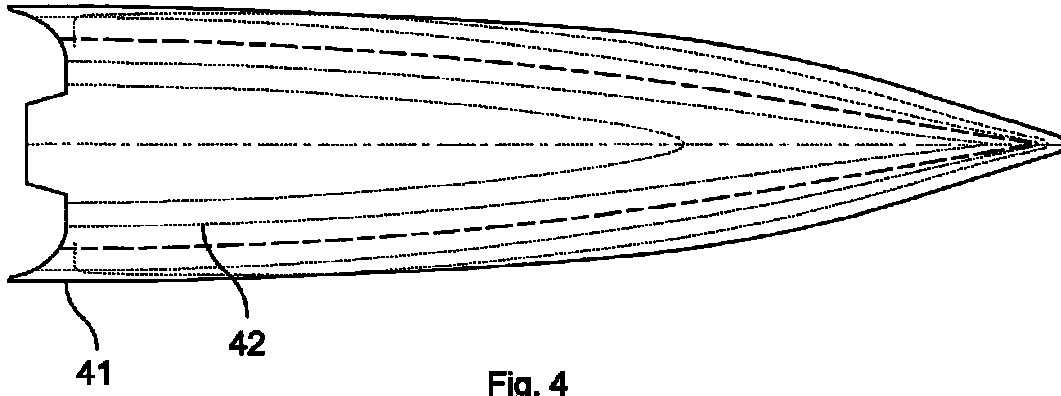


Fig. 5