

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 822**

51 Int. Cl.:  
**B63H 25/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08016049 .2**  
96 Fecha de presentación: **11.09.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2154064**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.02.2010**

54 Título: **Dispositivo de timón para embarcaciones de gran velocidad, con un timón reductor de la cavitación, torsionado, en especial completamente suspendido**

30 Prioridad:  
**13.08.2008 DE 202008010759 U**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.08.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.08.2012**

73 Titular/es:  
**BECKER MARINE SYSTEMS GMBH & CO. KG  
NEULÄNDER KAMP 3  
21079 HAMBURG, DE**

72 Inventor/es:  
**Lehmann, Dirk**

74 Agente/Representante:  
**Isern Jara, Jorge**

ES 2 385 822 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**

Dispositivo de timón para embarcaciones de gran velocidad, con un timón reductor de la cavitación, torsionado, en especial completamente suspendido

5 La invención se refiere a un dispositivo de timón para embarcaciones de gran velocidad, con timón reductor de cavitación, torsionado, en especial completamente suspendido, de acuerdo con la parte introductoria de la reivindicación 1.

10 Estado de la técnica

Los timones para embarcaciones, tales como timones completamente suspendidos o timones con perfil equilibrado, con o sin aleta articulada, son conocidos en diferentes formas de realización. Se conoce asimismo timones de embarcación con una pala de timón torsionada que consta de dos segmentos de pala de timón dispuestos uno encima de otro, cuyos bordes de ataque dirigidos hacia la hélice están desplazados lateralmente de tal manera que uno de los bordes de ataque está desplazado hacia babor y el otro está desplazado hacia estribor.

Un dispositivo de timón de este tipo genérico se conoce por los documentos EP 1 857 358 A2 o DE 20 2004 021 500.

Así, por ejemplo, el documento JP (A) Sho 58-30896 describe un timón para embarcaciones que presenta una pala de timón torsionada que consiste en una parte superior y una parte inferior, en la que ambas partes están torsionadas en dirección hacia la hélice de tal manera que solamente las zonas de los bordes de ataque de ambas partes están desplazadas lateralmente, mientras que, por el contrario, las zonas de ambas partes que se extienden hacia los bordes finales presentan la misma forma de sección transversal y las mismas dimensiones de dicha sección transversal.

Por el documento GB 332.082 se da a conocer asimismo un timón para embarcaciones con una pala de timón torsionada, en la que las zonas de perfil dirigidas hacia la hélice, es decir, los bordes de ataque, están desplazados lateralmente hacia estribor y hacia babor, de manera que los bordes de ataque están conformados acabando en punta. El perfil en sección de ambos segmentos de pala está conformado de tal forma que las superficies de las paredes laterales a babor y a estribor de ambos segmentos de pala se extienden sin curvatura, es decir, de forma rectilínea de los bordes finales hasta los bordes de ataque curvados lateralmente, de manera que las superficies de las paredes laterales no presentan zona alguna arqueada hacia el exterior con diferentes radios de curvatura. Adicionalmente, la conformación del perfil de la pala del timón es de tal manera que ambas secciones transversales de ambos segmentos de pala dispuestos uno encima de otro tienen las mismas dimensiones y se extienden a lo largo de toda la altura de la pala del timón. Debido a los bordes de ataque que acaban en punta, se constituyen rebajes de canto agudo que están expuestos a la cavitación y a la destrucción. Con la conformación del perfil de este timón, se pretende conseguir una mejora de la propulsión.

Las velocidades de las embarcaciones modernas aumentan de manera continua. Con las elevadas velocidades de flujo relacionadas con las velocidades más altas de las embarcaciones, aumentan las cargas ejercidas sobre la hélice y sobre el timón. Debido a la simetría del perfil de las palas de timón conocidas, se generan zonas de baja presión en la superficie del timón, que dan lugar a las cavitaciones y, por lo tanto, a las erosiones. La cavitación se produce en los puntos de la pala de timón en los que la corriente se acelera de manera extrema. La fuerte corriente de rotación de la hélice choca en esta situación a una velocidad elevada sobre la superficie de la pala del timón. Por esta fuerte aceleración, la presión estática disminuye por debajo de la presión de vapor del agua, por lo que se forman burbujas de vapor que implosionan de manera brusca. Estas implosiones conducen a la destrucción de la superficie de la pala del timón, lo cual tiene como resultado costosas reparaciones, debiéndose utilizar frecuentemente nuevas palas de timón.

El objetivo de la presente invención consiste en dar a conocer un dispositivo de timón para embarcaciones de dimensiones grandes y muy grandes, en especial palas de timón completamente suspendidas con bordes delanteros del timón torsionados, en las que se evitan los efectos de la erosión en la pala del timón por la formación de cavitación, en especial cuando se utilizan embarcaciones rápidas con hélices sometidas a elevadas cargas, y en las que se prevé un apoyo del eje del timón en el que el tubo de limera introducido en la pala del timón transmite las fuerzas del timón directamente al cuerpo de la embarcación a través de un cojinete de cuello integrado en el lado del fondo, teniendo lugar la transmisión de fuerza a través de un brazo voladizo, como esfuerzo de flexión puro sin momentos de torsión. Además, las fuerzas que actúan sobre las zonas inferiores de la pala del timón y que son generadas por el flujo de salida de la hélice que presenta velocidades muy elevadas han de ser contrarrestadas y la pala del timón ha de ser equilibrada sin que se produzcan daños en los cojinetes para el eje del timón.

Este objetivo se consigue con un dispositivo de timón del tipo descrito anteriormente mediante la sinergia funcional de una pala de timón completamente suspendida, torsionada y un apoyo especial para el eje del timón con las características indicadas en la reivindicación 1.

Según ésta, el dispositivo de timón de la invención está conformado de tal manera:

que las secciones transversales del segmento de pala superior y del segmento de pala inferior presentan en la zona entre el borde final y el mayor grosor de perfil de la pala del timón una longitud que corresponde, como mínimo, a 1 ½ veces la longitud de los secciones transversales del segmento de pala superior y del segmento de pala inferior entre el mayor grosor de perfil de la pala del timón y los bordes de ataque, que el segmento de pala superior se extiende a babor y el segmento de pala inferior se extiende a estribor con sendos segmentos de pared lateral en forma de arco plano que se extienden de los bordes de ataque en dirección a los bordes finales, respectivamente, con una longitud que se extiende por toda la longitud de los segmentos de pared lateral de los bordes de ataque hasta el mayor grosor de perfil más una longitud que corresponde, como mínimo, a 1/3 de la longitud, siguiendo al segmento de pared lateral que se extiende en forma de arco plano un segmento de pared lateral que se extiende de forma rectilínea y termina en el borde final, y que el segmento de pala superior se extiende a estribor y el segmento de pala inferior se extiende a babor con sendos segmentos de pared lateral fuertemente arqueados que se extienden de los bordes de ataque en dirección a los bordes finales, respectivamente, con una longitud que se extiende por toda la longitud de los segmentos de pared lateral de los bordes de ataque hasta el mayor grosor de perfil más una longitud que corresponde, como mínimo, a 1/3 de la longitud, siguiendo al segmento de pared lateral fuertemente arqueado un segmento de pared lateral que se extiende de forma rectilínea y termina en el borde final.

Sorprendentemente se ha mostrado que debido a la conformación, según la invención, de la pala de timón torsionada como pala completamente suspendida con su reducido grosor de perfil y el apoyo del eje del timón en la zona de mayor grosor de perfil en el segmento superior de la pala de timón, el segmento de pala inferior presenta un perfil delgado de manera que, a pesar de las altas velocidades del flujo de salida de la hélice que incide sobre la pala del timón, sea posible equilibrar dicha pala de timón sin esfuerzo adicional, aún cuando ésta presente grandes dimensiones, lo cual se puede conseguir sólo mediante la sinergia funcional de la pala de timón torsionada con el apoyo de la pala del timón, pero no se puede conseguir con otras conformaciones de la pala del timón y los apoyos para el eje del timón.

Con la invención se crea un dispositivo de timón, es decir un sistema de dos componentes, concretamente una pala de timón torsionada y un eje de timón, apoyado de forma especial, que actúa en sinergia funcional con la misma. Este dispositivo de timón constituye la solución técnica que se ha encontrado de forma sorprendente para construir palas grandes y más grandes de timones completamente suspendidos. El tubo de limera hundido profundamente en el segmento superior de la pala del timón transmite las fuerzas del timón directamente al cuerpo de la embarcación a través del cojinete de cuello integrado en la zona inferior del segmento de pala superior. La transmisión de fuerza se realiza mediante un brazo voladizo, es decir como esfuerzo de flexión puro sin momentos de torsión. Debido a ello, la sección transversal del tubo de limera puede estar realizada con paredes relativamente delgadas. Las paredes delgadas son muy importantes, dado que la parte inferior del tubo de limera está alojada en la pala del timón, es decir en el segmento de pala superior y, por lo tanto, influye directamente sobre el grosor del perfil de la pala del timón. Sólo un perfil de timón delgado, es decir un reducido grosor de perfil, permite la construcción de palas de timón de eficiencia energética, ya que cuanto más grueso es el perfil del timón, tanta más resistencia produce en la corriente acelerada del agua de la hélice.

Otra ventaja del dispositivo de timón con la combinación de la pala de timón torsionada y el apoyo para el eje del timón consiste en la utilización de materiales de calidad superior. Sólo debido al apoyo del eje del timón, según la invención, en el segmento de pala superior se puede utilizar un acero de forja de alta resistencia de tal manera que se produce y también se consigue una reducción esencial del peso, es decir de hasta el 50% del timón convencional con el mismo rendimiento.

Otra ventaja esencial del dispositivo de timón con la combinación del apoyo para el eje del timón consiste en que sólo éste forma apoyo integrado en la pala del timón, es decir en el segmento de pala superior, permite la construcción del timón completamente suspendido o timón de pala y, además, con un tamaño casi ilimitado. Los timones convencionales son timones de semipala con un cuerno o soporte de timón. Estas construcciones mecánicas complicadas a penas dejan torsionarse en su borde delantero ya que el soporte fijo del timón y la pala de timón que gira alrededor del mismo no pueden conformarse tan libremente. Las fuerzas y pares internos de la pala que se producen en estos timones de semipala son muy superiores a los que se producen en timones completamente suspendidos con el apoyo, según la invención, del eje del timón. Una torsión significativa del canto delantero de la pala de timón dirigida hacia la hélice significaría tener que tomar medidas importantes a nivel de construcción, no económicas, en concreto con perfiles correspondientemente más gruesos.

Otra ventaja consiste en el hecho de que sólo el apoyo del eje del timón permite la construcción del timón completamente suspendido, lo que significa que ya no existen hendiduras entre los cuernos de timón necesarios hasta el momento y sus palas de timón. De esta manera se evita la corriente transversal a través de esta hendidura y, asimismo, las correspondientes graves erosiones por cavitación relacionadas con la misma.

Adicionalmente, en la conformación del dispositivo de timón, según la invención, la limera del timón realizada preferentemente en acero de forja está prolongada en la pala del timón, es decir en el segmento de timón superior, pero sólo con un cojinete de cuello inferior. El eje del timón, también con una pieza forjada como buje, está unido al

timón cerca del centro hidrodinámico, debido a lo cual se consigue una carga reducida por momentos de flexión. Las vibraciones superpuestas quedan excluidas debido a esta conformación.

5 Debido al perfil delgado del timón y, por lo tanto, al reducido grosor de perfil de la pala del timón, se puede equilibrar la pala del timón frente a la alta presión del flujo de salida de la hélice que incide a muy alta velocidad sobre el segmento de pala inferior, sin cargar especialmente el cojinete para el eje del timón.

10 Para eliminar la cavitación en la pala del timón, ésta presenta el perfil, según la invención, que está dividido en una mitad superior y una mitad inferior, cuyos bordes de ataque o bordes delanteros están torsionados en ángulos determinados. La corriente de salida de la hélice y el ángulo de ésta con la línea central de la embarcación determina en cuántos grados está girado el canto delantero del perfil. Debido a esta nueva variante del perfil la corriente arremolinada por la hélice fluye mejor a lo largo de la pala del timón y no se producen picos de presión en la superficie del perfil de la pala del timón que favorezcan la cavitación. El flujo mejorado alrededor del timón conlleva ahorros considerables en carburante y una mejorada maniobrabilidad.

15 Las realizaciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

20 Según la invención, se prevé un dispositivo de timón en el que entre los segmentos superior e inferior de la pala del timón esté dispuesta una placa de fijación y que ésta esté fijamente unida a los segmentos de pala del timón, de manera que la placa de fijación presente secciones transversales simétricas a ambos lados de la línea media longitudinal LML y un perfil y dimensiones que recubren con sus perfiles y dimensiones la placa de base del segmento de pala superior y la placa de cubierta del segmento de pala inferior del timón.

25 Según otra realización de la invención, se prevé que el borde de ataque del segmento de pala superior y el borde de ataque del segmento de pala inferior del timón estén desplazados lateralmente hacia babor BB y estribor SB con respecto a la línea media longitudinal LML, de manera que la línea media M2 trazada a través de los segmentos de los bordes de ataque desviados lateralmente se extiende en un ángulo  $\alpha$  de, como mínimo, 3° a 10°, pero también en un ángulo superior, de modo preferente 8°, con respecto a la línea media longitudinal LML de la sección transversal de un travesaño.

30 Además se prevé una realización, según la invención, que consiste en que los segmentos de pared lateral de las partes superior e inferior de la pala del timón, en forma de arco plano, situados a babor BB y a estribor SB presenten una longitud L4 más corta con respecto a la longitud de los segmentos de pared lateral de los segmentos superior e inferior de la pala del timón, que presentan una forma fuertemente arqueada, situados a estribor SB y a babor BB.

35 La invención prevé además que la longitud de arco BL1 de los segmentos de pared lateral fuertemente arqueados de los segmentos superior e inferior de la pala del timón es mucho mayor que la longitud de arco BL de los segmentos de pared lateral en forma de arco plano de los segmentos superior e inferior de la pala del timón, de manera que las zonas de transición ÜB1 de los segmentos de pared lateral fuertemente arqueada de los segmentos superior e inferior de la pala del timón están desplazadas en dirección al borde final con respecto a los segmentos de pared lateral que se extienden de forma rectilínea hacia el borde final, y las zonas de transición ÜB de los segmentos de pared lateral en forma de arco plano de los segmentos superior e inferior de la pala del timón están desplazadas en dirección al borde final con respecto a los segmentos de pared lateral que se extienden de forma rectilínea hacia el borde final.

45 Otras realizaciones ventajosas de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

#### Breve descripción de los dibujos

50 A continuación, se describirán ejemplos de realización de la invención en relación con los dibujos. Éstos muestran:

- Fig. 1 un dispositivo de timón formado por una pala torsionada de un timón completamente suspendido con un segmento de pala superior y un segmento de pala inferior, y un eje de timón que se apoya en el segmento de pala superior, en una vista lateral,
- 55 Fig. 2 una vista esquemática de una pala de timón torsionada de un dispositivo de timón,
- Fig. 3 una representación de esqueleto esquemática de la pala torsionada del timón con el forro exterior retirado y con un número de travesaños en forma de planchas en ambos segmentos de pala,
- Fig. 4, 4A, 4B, 4C cuatro travesaños en forma de planchas del segmento superior de la pala del timón, según la figura 3,
- 60 Fig. 4D una representación aumentada de un travesaño en forma de plancha del segmento inferior de la pala del timón, según la figura 3,
- Fig. 4E un travesaño en forma de plancha del segmento inferior de la pala del timón, según la figura 3,
- Fig. 5 una reproducción aumentada del travesaño en forma de plancha, según la figura 4,
- 65 Fig. 6 una reproducción aumentada del travesaño en forma de plancha, según la figura 4, con indicaciones acerca de las distancias de las zonas de los bordes laterales con respecto a la

- Fig. 7 línea media longitudinal del travesaño,  
una representación de esqueleto de otra realización de la pala torsionada del timón completamente suspendido con múltiples travesaños en forma de plancha dispuestos en los segmentos superior e inferior de la pala del timón,
- 5 Fig. 8, 8A, 8B, 8C vistas aumentadas desde arriba sobre cuatro travesaños en forma de planchas del segmento superior de la pala del timón, según la figura 7, con perforaciones para recibir el tubo de limera para el eje del timón,
- Fig. 8D, 8E, 8F vistas aumentadas desde arriba sobre tres travesaños en forma de planchas del segmento inferior de la pala del timón, según la figura 7,
- 10 Fig. 9 una vista aumentada desde arriba sobre la placa de cubierta del segmento superior de la pala del timón, según la figura 7, con la perforación para recibir el tubo de limera para el eje del timón,
- Fig. 10 una vista aumentada desde abajo sobre la pala de timón torsionada del dispositivo de timón, según la figura 7,
- 15 Fig. 11 una vista aumentada desde arriba sobre una placa de fijación dispuesta entre los segmentos de pala superior e inferior del dispositivo de timón, según la figura 7, con un perfil y unas dimensiones que recubren los perfiles y las dimensiones de la placa de base del segmento de pala superior y la placa de cubierta del segmento de pala inferior,
- Fig. 12 una vista desde delante de la pala de timón torsionada,
- 20 Fig. 13 una vista lateral de la pala del timón con bordes de pala que se extienden oblicuamente en el lado de la hélice,
- Fig. 14 una vista desde arriba sobre el perfil de la sección transversal de un travesaño de la pala de timón superior, según otra realización, y
- Fig. 15 un corte perpendicular del apoyo del eje del timón con el tubo de limera dispuesto en el segmento superior de la pala del timón para recibir el eje del timón.
- 25

Mejor forma de llevar a cabo la invención

30 El dispositivo de timón 200, según la invención, está formado por dos componentes que actúan en sinergia funcional y resuelven el problema de la invención, en concreto un timón, de forma preferente, totalmente suspendido con una pala de timón torsionada 100 y un eje o un eje de timón 140 apoyado en la zona superior de la misma (figuras 1, 2, 3, 7 y 14).

35 En el dispositivo de timón 200 mostrado en la figura 1 se ha indicado con el numeral 110 el cuerpo de la embarcación, con el numeral 120 un tubo de limera para recibir el eje del timón 140 y con el numeral 100 la pala del timón. La pala del timón 100 está asociada a una hélice de propulsión 115. El eje de la hélice se ha indicado con la sigla PA.

40 La pala del timón 100, según las figuras 1, 2, 3 y 7 está formada por dos segmentos de pala 10, 20 dispuestos uno encima de otro cuyos bordes de ataque 11, 21 dirigidos hacia la hélice 115 están desplazados lateralmente de tal manera que el borde de ataque 11 del segmento de pala superior 10 está desplazado hacia babor BB y el borde de ataque 21 del segmento de pala inferior 20 está desplazado hacia estribor SB con respecto a la línea media longitudinal LML de la pala del timón 100 (figuras 4, 4A, 4B, 4C; 4D, 4E y 13). El desplazamiento lateral de los bordes de ataque 11, 21 puede conseguirse también de tal manera que el borde de ataque 11 del segmento de pala superior 10 esté desplazado hacia estribor SB y el borde de ataque 21 del segmento de pala inferior 20 esté desplazado hacia babor BB. Ambas superficies laterales 12, 13 del segmento de pala superior 10 y las superficies laterales 21, 23 del segmento de pala inferior 20 se extienden desde los bordes de ataque 11, 21 de forma arqueada en dirección a un borde final 15 dirigido en alejamiento de la hélice 115 con la intercalación de segmentos de paredes laterales rectilíneas 16, 17 y 26, 27 que terminan en el borde final 15. Ambos segmentos de pala 10, 20 tienen un borde final 15 en común presentando, por el contrario, cada uno de los segmentos de pala 10, 20 un borde de ataque 11 y 21, mediante cuyos desplazamientos laterales se consigue la torsión.

45

50

55 El dispositivo de timón 200 comprende preferentemente un timón completamente suspendido, pero también se pueden utilizar timones constituidos de otro modo, siempre que éstos sean apropiados para ser dotados de una pala de timón torsionada y permitan conseguir las ventajas de la conformación de la pala del timón, según la invención. Ambos segmentos de pala 10, 20 dispuestos uno encima de otro presentan alturas iguales o desiguales. Preferentemente, el segmento de pala inferior 20 presenta, con respecto a la altura del segmento de pala superior 10, una altura más reducida, correspondiendo la altura del segmento de pala superior 10, como mínimo, a 1 ½ veces la altura del segmento de pala inferior 20. Los bordes de ataque 11, 21 de ambos segmentos de pala 10, 20 están realizados en forma de arco semicircular.

60

65 La pala del timón 100 presenta bordes de ataque 11, 21 que se extienden de forma cónica hacia abajo, mientras que los bordes finales 15 se extienden de forma rectilínea y paralelos con respecto al eje 140 del timón (figuras 1, 2 y 3). El desarrollo cónico de los bordes de ataque 11, 21 de ambos segmentos de pala 10, 20 está realizado de tal manera que el tamaño de las secciones transversales 30 de ambos segmentos de pala 10, 20 disminuye desde la parte superior OB hacia la parte inferior UB de la pala del timón 100 manteniendo la misma conformación de perfil

del segmento de pala superior 10 y la misma conformación de perfil del segmento de pala inferior 20, de manera que mediante la disminución de las superficies de sección transversal 30 se consigue un perfil delgado que se extiende hacia la parte inferior con un grosor de perfil más reducido en la parte inferior que se consigue especialmente por la disposición de las superficies de las paredes laterales 12, 13 y 22, 23 de ambos segmentos de pala 10, 20. El reducido grosor de perfil de la pala del timón 100 es una característica esencial de la presente invención.

Tal como se muestra en la figura 13, el borde dirigido hacia la hélice 115, es decir, el borde de ataque 11, 21 de la pala del timón 100 se extiende de forma inclinada con respecto al borde dirigido en alejamiento de la hélice, es decir el borde final 15, formando un ángulo  $\beta$  de, como mínimo,  $5^\circ$ , preferentemente  $10^\circ$ .

Las longitudes L, L1 de las secciones transversales 31, 32 de ambos segmentos de pala 10, 20 a ambos lados del mayor grosor del perfil PD están realizadas de forma distinta. Las secciones transversales 31 del segmento de pala superior 10 y del segmento de pala inferior 20 en la zona comprendida entre el borde final 15 y el mayor grosor de perfil PD de la pala del timón 100 presentan con respecto a la longitud L1 de las secciones transversales 32 del segmento de pala superior 10 y del segmento de pala inferior 20 entre la zona de mayor grosor del perfil PD de la pala del timón 100 y los bordes de ataque 11, 21 una longitud mayor L. La relación de longitudes asciende en este caso preferentemente a  $1 \frac{1}{2}$  veces la longitud L con respecto a la longitud L1 (figura 5).

La conformación de la pala del timón es de tal manera que el segmento de pala superior 10 presenta, a babor BB y el segmento de pala inferior 20 a estribor SB, sendos segmentos de pared lateral 18, 28 que se extienden en forma de arco plano desde los bordes de ataque 11, 21 en dirección al borde final 15 con una longitud L2 que corresponde a la longitud L'2 del segmento de pared lateral 18 desde los bordes de ataque 11, 21 hasta la zona de mayor grosor de perfil PD más una longitud L"2 que corresponde, como mínimo, a  $\frac{1}{3}$  de la longitud L'2, estando dispuesto a continuación del segmento de pared lateral 18 en forma de arco plano el segmento de pared lateral 16 rectilíneo que termina en el borde final 15 (figura 5).

Además, el segmento de pala superior 10 presenta a estribor SB y el segmento de pala inferior 20 presenta a babor BB sendos segmentos de pared lateral 19, 29 fuertemente arqueados que se extienden desde los bordes de ataque 11, 21 en dirección al borde final 15 con una longitud L3 que corresponde a la longitud L'3 del segmento de pared lateral 19 desde los bordes de ataque 11, 21 hasta la zona de mayor grosor de perfil PD más una longitud L"3 que corresponde, como mínimo, a  $\frac{1}{3}$  de la longitud L'3. A continuación del segmento de pared lateral 19, 29 fuertemente arqueado está dispuesto el segmento de pared lateral rectilíneo 17, 27 que termina en el borde final 15 (figura 5, 4D).

Debido a esta conformación de ambos segmentos de pala 10, 20, los segmentos de pared lateral de ambos lados presentan desde los bordes de ataque 11, 21 y desde el borde final 15 un desarrollo ascendente en dirección a la zona de mayor grosor del perfil PD.

El borde de ataque 11 del segmento de pala superior 10 y el borde de ataque 21 del segmento de pala inferior 20 están desplazados lateralmente hacia babor BB y hacia estribor SB con respecto a la línea media longitudinal LML de tal manera que la línea media M2 trazada a través de los segmentos de borde de ataque desplazados lateralmente se extiende formando un ángulo  $\alpha$  mínimo de  $3^\circ$  hasta  $10^\circ$ , pero también podría ser superior, de modo preferente de  $8^\circ$ , con respecto a la línea media longitudinal LML de la superficie en sección transversal de un travesaño.

El dispositivo de timón 200 presenta además un eje o una mecha de timón 140 que actúa en sinergia funcional con la pala del timón 100, está realizada especialmente en acero de forja o en otro material apropiado y está montada en un tubo de limera 120, realizado en especial en acero de forja o cualquier otro material adecuado, mediante, como mínimo, un cojinete 150. El eje 140 del timón está dispuesto en la zona de mayor grosor del perfil PD del segmento de pala superior 10 y solamente en éste (figuras 1, 2, 3 y 15), es decir, en el punto de intersección de la línea que representa la zona de mayor grosor de perfil PD y la línea media longitudinal LML (figura 5). El eje del timón 140 se extiende conjuntamente con su dispositivo de fijación 145 a lo largo de toda la altura del segmento superior 10 de la pala del timón 100. El tubo de limera 120 con el eje del timón 140 puede estar dispuesto también, por motivos de construcción, en el segmento de pala superior 10 entre la zona de mayor grosor de perfil PD y los bordes de ataque 11, 21.

El tubo de limera 120, profundamente hundido en el segmento de pala superior 10, está dispuesto en forma de brazo voladizo con un orificio interno 125 para recibir el eje 140 del timón (figura 14). La disposición del tubo de limera 120 se realiza mediante la introducción del tubo de limera en perforaciones 105 de los travesaños 40 del segmento de pala superior 10 que se corresponden en sus medidas con el diámetro externo del tubo de limera (figuras 3, 8, 8A, 8B, 8C).

El tubo de limera 120 en forma de soporte voladizo está dotado de un orificio longitudinal interno 125 en la parte central para recibir el eje 140 para la pala del timón 100. Además, el tubo de limera 120 está conformado de modo que se introduce sólo en el segmento superior 10 de la pala de timón 100 que está unida al extremo del eje del timón. En su orificio interno 125, el tubo de limera 120 presenta el cojinete 150 de apoyo para el eje 140 del timón,

estando dicho cojinete 150 dispuesto preferentemente en la zona final inferior 120b del tubo de limera 120. El eje 140 del timón sobresale con un tramo 145 de su extremo 140b hacia fuera del tubo de limera 120. El extremo inferior libre de dicho tramo prolongado 145 del eje 140 del timón está fijamente unido con el segmento de pala superior 10 en 170, pero también en este caso se prevé una unión que hace posible la liberación de la pala del timón 100 con respecto al eje 140 del timón, por ejemplo, cuando se debe cambiar el eje de la hélice. La unión del eje 140 del timón con la pala del timón torsionada 100 en la zona 170 se encuentra en este caso por encima del eje PA de la hélice, de manera que para el desmontaje del eje de la hélice solamente se debe desmontar la pala del timón 100 del eje 140 del timón, de manera que no es necesario extraer el eje 140 del tubo de limera 120 para proceder a un cambio de la hélice, dado que tanto el extremo inferior libre 120b del tubo de limera como también el extremo inferior libre del eje 140 del timón se encuentran por encima del eje medio de la hélice. En la realización mostrada en la figura 15 se ha dispuesto solamente un cojinete interno 150 de apoyo para el eje 140 del timón en el tubo de limera 120; en este caso, se puede prescindir de otro cojinete para la pala del timón 100 en la pared externa del tubo de limera 120.

Para el alojamiento del extremo inferior libre 120b del tubo de limera 120, la pala del timón 100 está dotada de un rebaje o una escotadura señalada en 160.

La sección transversal del tubo de limera 120 está realizada con paredes delgadas y presenta en la zona de su extremo libre en el lado de la pared interior como mínimo un cojinete de cuello 130 para recibir el eje 140 del timón. Se pueden prever cojinetes adicionales para el eje del timón también en otros lugares del tubo de limera 120. El eje 140 del timón sobresale con un tramo 140a de su extremo 140b hacia fuera del tubo de limera y por el extremo de dicho tramo 140a está unido con el segmento de pala superior 10 (figura 14).

Según las figuras 3 y 7, el segmento de pala superior 10 y el segmento de pala inferior 20 están formados por un conjunto de placas que constituyen las paredes laterales y de refuerzos de chapa o travesaños horizontales 40, 50 y otros refuerzos de chapa o travesaños verticales que constituyen el refuerzo interno de ambos elementos de pala del timón. Los refuerzos de chapa están dotados de agujeros para aligerar y dejar pasar el agua.

Tal como se muestra en las figuras 3, 4, 4A, 4B, 4C y 8, 8A, 8B, 8C, todos los travesaños 40 del segmento superior 10 de la pala del timón 100 presentan la misma conformación, el mismo guiado de las paredes laterales y bordes de ataque 11 y bordes finales 15 coincidentes, decreciendo la longitud de los travesaños desde el travesaño superior al travesaño más bajo y decreciendo, por lo tanto, también el tamaño de las secciones transversales de los travesaños desde arriba hacia abajo, de manera que los bordes de ataque 11 se extienden oblicuamente con respecto al fondo de la pala del timón 100 (figura 1).

Todos los travesaños 50 del segmento de pala inferior 20 presentan la misma conformación, el mismo guiado de las paredes laterales y bordes de ataque 21 y bordes finales 15 coincidentes, decreciendo la longitud de los travesaños 50 desde el travesaño superior al travesaño más bajo y decreciendo, por lo tanto, también el tamaño de las secciones transversales de los travesaños desde arriba hacia abajo, de manera que los bordes de ataque 11 se extienden oblicuamente con respecto al fondo del segmento de pala inferior 20.

Debido a esta conformación, los bordes de ataque 11, 21 del segmento de pala superior 10 y del segmento de pala inferior 20 se extienden oblicuamente hacia abajo, mientras que los bordes finales 15 se extienden de manera rectilínea y paralelamente al eje longitudinal del eje 140 del timón, tal como se muestra en la figura 1.

Ambos segmentos de pala 10, 20 pueden estar unidos directamente entre sí. En las figuras 7 y 11, ambos segmentos de pala 10, 20 están unidos entre sí mediante una placa de fijación 45. Esta placa de fijación 45 presenta superficies en sección transversal simétricas 46, 47 a ambos lados de la línea media longitudinal LML, así como un perfil de superficie y medidas que recubren con sus perfiles y medidas la placa de base 42 del segmento de pala superior 10 y la placa de cubierta 41 del segmento de pala inferior 20, de manera que al colocar el perfil superior 10 de la pala del timón sobre la placa de fijación 45, y al colocar el segmento de pala inferior 20 desde abajo contra la placa de fijación 45, ésta sobresale lateralmente de ambos segmentos de pala 10, 20 colocados uno encima de otro con un borde muy pequeño (figuras 10 y 11). La placa de fijación 45 presenta un borde redondeado 11' de forma semicircular, dirigido hacia la hélice, situado sobre la línea media longitudinal LML, así como un borde 15', dirigido en alejamiento de la hélice que termina en los bordes finales 15 de ambos segmentos de pala 10, 20. Las superficies de pared lateral 45a, 45b de la placa de fijación 45 presentan curvaturas coincidentes.

Tal como se muestra en las figuras 3 y 10, en la zona inferior de la placa de fijación 45 se acopla el segmento de pala inferior 20, cuyos travesaños 50 presentan una realización de las secciones transversales y una conformación que corresponden a la de los travesaños 40, pero en un travesaño 40 girado en 90° alrededor de su línea media longitudinal LML (figuras 4D, 4E, 8D, 8E, 8F).

De acuerdo con las figuras 7, 8, 8A, 8B y 8C, los travesaños 40 de las secciones A, B, C y D tienen el mismo perfil, pero la superficie en sección transversal de cada uno de los travesaños 40 disminuye de arriba a abajo, de manera que el borde de ataque 11 se extiende oblicuamente. A la sección C le sigue la sección D con la placa de fijación 45. Los travesaños 50 de las secciones E, F y G del segmento de pala inferior 20 presentan los mismos perfiles que los

travesaños 40, pero las paredes laterales con los segmentos de pared fuertemente arqueados 29 de los travesaños 50 se encuentran a babor BB (figuras 8D, 8E y 8F), mientras que en el ejemplo de realización de la figura 7 las paredes laterales con los segmentos de pared fuertemente arqueados 19 de los travesaños 40 se encuentran a estribor SB (figuras 8, 8A, 8B y 8C). Las superficies en sección transversal de los travesaños 50 del segmento de pala inferior 20 disminuyen con respecto a su longitud de arriba a abajo, de manera que el borde de ataque 21 del segmento de pala inferior 20 también se extiende oblicuamente (figura 7).

En la figura 9 se muestra la placa de cubierta superior 43 del segmento de pala superior 10 que está dotada de la perforación 105 para la introducción del tubo de limera 120. En la figura 10 se muestra una vista desde abajo de la pala del timón 100 con ambos segmentos de pala 10, 20 y los travesaños 40, 50.

El diámetro de la perforación 105 o del orificio en el segmento de pala superior 10 para el alojamiento del tubo de limera 120 para el eje 140 del timón es algo más pequeño que el mayor grosor de perfil PD del segmento de pala 10. Debido a esta conformación se consigue un perfil muy delgado de la pala del timón.

La conformación y el perfil de sección transversal de la pala de timón 100 con ambos segmentos de pala 10, 20 son de tal manera que los segmentos de pared lateral 18, 28 en forma de arco plano de los segmentos de pala superior e inferior 10, 20 tienen una longitud L2, L'2 reducida con respecto a la longitud L3 de los segmentos de pared lateral 19, 29 fuertemente arqueados de los segmentos de pala superior e inferior 10, 20 (figuras 5 y 6). La distancia  $\alpha$  del segmento de pared lateral 18 del segmento de pala superior 10 con respecto a la línea media longitudinal LML, y la distancia  $\alpha_1$  del segmento de pared lateral 19 son iguales. Hasta el borde final 15 las distancias  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  son siempre iguales, pero disminuyen en la dirección hacia el borde de ataque 11 se obtienen las siguientes relaciones de distancia:

$$\alpha_2 < \alpha_3$$

$$\alpha_4 < \alpha_5$$

$$\alpha_6 < \alpha_7$$

A continuación, se encuentra la zona PD con el mayor grosor de perfil. En la dirección hacia el borde de ataque se obtienen entonces las siguientes relaciones de distancia:

$$\alpha_8 > \alpha_9$$

$$\alpha_{10} > \alpha_{11}$$

$$\alpha_{12} > \alpha_{13}$$

$$\alpha_{14} > \alpha_{15}$$

$$\alpha_{16} > \alpha_{17}$$

$$\alpha_{18} > \alpha_{19}$$

de manera que la relación de las distancias  $\alpha_{16}$  con respecto a  $\alpha_{17}$  es aproximadamente 2:1. En la figura 6 se puede observar claramente qué relación tienen las distancias entre sí, es decir que las distancias  $\alpha_9$ ,  $\alpha_{11}$ ,  $\alpha_{13}$ ,  $\alpha_{15}$ ,  $\alpha_{17}$ ,  $\alpha_{19}$  disminuyen sustancialmente en dirección hacia el borde de ataque 11 con respecto a las distancias opuestas  $\alpha_8$ ,  $\alpha_{10}$ ,  $\alpha_{12}$ ,  $\alpha_{14}$ ,  $\alpha_{16}$ ,  $\alpha_{18}$ . Este perfil de sección transversal con las distancias que se han mostrado se extiende a través de todas las secciones transversales del segmento de pala superior 10 y a través de todas las secciones de la parte inferior de la pala del timón, dado que todas las superficies en sección transversal del segmento de pala superior 10 tienen las mismas conformaciones, lo cual se puede decir también de la superficie en sección transversal del segmento de pala inferior 20, y ello teniendo en cuenta el hecho de que la superficie en sección transversal o bien los travesaños de la pala del timón 100 se estrechan, de arriba a abajo, en lo que se refiere a sus longitudes y en lo que se refiere a sus zonas dirigidas hacia los bordes de ataque (figura 10).

La longitud de arco BL1 de los segmentos de pared lateral 19, 29 fuertemente arqueados de los segmentos de pala superior e inferior 10, 20 es, según otra realización según la figura 14, superior a la longitud de arco BL de los segmentos de pared lateral 18, 28 en forma de arco plano de los segmentos de pala superior e inferior 10, 20, de manera que las zonas de transición ÜB1 de los segmentos de pared lateral fuertemente arqueados 19, 29 de los segmentos de pala superior e inferior 10, 20 están desplazados en dirección al borde final 15 con respecto a los segmentos de pared lateral 17, 27 que se extienden de forma rectilínea hacia el borde final 15, y las zonas de transición ÜB de los segmentos de pared lateral en forma de arco plano 18, 28 de los segmentos de pala superior e inferior 10, 20 están desplazados en dirección al borde final 15 con respecto a los segmentos de pared lateral 16, 26 que se extienden de forma rectilínea hacia el borde final 15, de tal manera que la zona de transición ÜB1 está dirigida hacia el borde final en oposición a la zona de transición ÜB. En este caso, las longitudes de los segmentos



de pared lateral 18, 19 y 28, 29 son las siguientes:

$$L3 \geq L2$$

5

$$L'2 < L'3$$

$$L4 > L'4$$

(figura 14).

10

Los tramos de los segmentos de pared lateral rectilíneas 16, 17, 26, 27 de los segmentos de pala superior 10 e inferior 20 que se juntan en el borde final 15 presentan preferentemente las mismas longitudes, pero pueden también presentar longitudes desiguales.

15

La invención comprende también dispositivos de timón en los que la pala de timón torsionada 100 está dotada de una aleta que se extiende a través de ambos segmentos de pala 10, 20.

20

El dispositivo de timón, según la invención, está caracterizado por las características indicadas en las reivindicaciones, por las formas de realización expuestas en la memoria descriptiva y por los ejemplos de realización mostrados en las figuras de los dibujos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de timón para embarcaciones de gran velocidad con un timón torsionado, con reductor de cavitación, que comprende una pala de timón con una hélice (115) asociada a la pala del timón y dispuesta sobre un eje motriz (PA), así como un eje de timón (140) unido a la pala de timón (100), en el que el dispositivo de timón (200)

a) está formado por una pala de timón (100) que presenta un perfil delgado con un reducido grosor compuesta de dos segmentos de pala (10, 20) con la misma altura o con alturas diferentes, dispuestos uno encima de otro, con un segmento de pala inferior (20) que tiene una altura reducida con respecto a la altura del segmento de pala superior (10) y con bordes de ataque (11, 21) dirigidos hacia la hélice (115) que presentan un perfil aproximadamente de forma semicircular y que están posicionados de tal manera que un borde de ataque (11) está desplazado lateralmente hacia babor (BB) o estribor (SB) y el otro borde de ataque (21) está desplazado lateralmente hacia estribor (SB) o babor (BB) con respecto a la línea media longitudinal (LML) de la pala del timón (100), y en el que las superficies de las paredes laterales (12, 13; 22, 23) de ambos segmentos de pala de timón (10, 20) convergen en un borde final (15) dirigido en alejamiento de la hélice (115),

a1) en el que ambos bordes de ataque (11, 21) y el borde final (15) se extienden hacia abajo estrechándose de forma cónica y reduciendo las superficies en sección transversal (30) desde la zona superior (OB) hasta la zona inferior (UB) de la pala del timón (100),

a2) o en el que el borde final (15) se extiende de forma rectilínea y en paralelo al eje (140) del timón y los dos bordes de ataque (11, 21) se extienden hacia abajo estrechándose de forma cónica y reduciendo el tamaño de las superficies en sección transversal (30) desde la zona superior (OB) hasta la zona inferior (UB),

a3) en el que dos segmentos de pared lateral rectilíneas (16; 17; 26, 27) presentan por pares la misma longitud y las secciones transversales situadas entre ambos segmentos de pared lateral (16, 17; 26, 27) tienen el mismo tamaño y están conformadas de forma simétrica,

a4) en el que la distancia entre un segmento de pared lateral (18; 28) que se extiende en forma de arco plano con respecto a la línea media longitudinal (LML) es mayor que la distancia entre un segmento de pared lateral (19; 29) que se extiende de forma muy arqueada con respecto a la línea media longitudinal (LML), y las secciones transversales situadas a ambos lados de la línea media longitudinal (LML) entre los dos segmentos de pared lateral (18; 28) que se extienden en forma de arco plano están conformadas de forma asimétrica, y

b) está formado por un eje de timón (140) con, como mínimo, un cojinete el cual actúa en sinergia funcional con la pala del timón (100), y

b1) en el que el eje (140) del timón está dispuesta juntamente con el tubo de limera (120), en el que se aloja, en la zona del mayor grosor de perfil (PD) o entre ésta y los bordes de ataque del segmento de pala superior (10) y se extiende con su dispositivo de fijación (145) en el extremo a través de toda la altura del segmento de pala superior (10),

b2) en el que el tubo de limera (120), profundamente hundido en el segmento de pala superior (10), para el eje (140) del timón está dotado, a modo de brazo voladizo, con un orificio interno longitudinal (125) en el centro para recibir el eje (140) del timón,

b3) en el que la sección transversal del tubo de limera está realizada con paredes delgadas y el tubo de limera (120) presenta en el lado de la pared interior un cojinete de cuello (130) para recibir el eje (140) del timón, y

b4) en el que el eje (140) del timón sobresale en su zona final (140b) con un tramo (140a) del tubo de limera (120) y está unido en el extremo de este tramo (140a) con el segmento de pala superior (10),

**caracterizado porque**

c) las secciones transversales (31) de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20) presentan en la zona comprendida entre el borde final (15) y el mayor grosor de perfil (PD) de la pala del timón (100) una longitud (L) que corresponde como mínimo a  $1 \frac{1}{2}$  veces la longitud (L1) de las secciones transversales (32) de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20) entre la zona de mayor grosor del perfil (PD) de la pala del timón (100) y los bordes de ataque (11, 21),

c1) el segmento de pala superior (10) presenta a babor (BB) y el segmento de pala inferior (20) presenta a estribor (SB) sendos segmentos de pared lateral (18, 28) que se extienden en forma de arco plano desde los bordes de ataque (11, 21) en dirección al borde final (15) con una longitud (L2) que corresponde a la longitud (L'2) del segmento de pared lateral (18) desde los bordes de ataque (11, 21) hasta la zona de mayor grosor de perfil (PD) más una longitud (L"2) que corresponde, como mínimo, a  $\frac{1}{3}$  de la longitud (L'2), estando dispuesto a continuación del segmento de pared lateral (18, 28) en forma de arco plano el segmento de pared lateral (16, 26) rectilíneo que termina en el borde final 15, y

c2) el segmento de pala superior (10) presenta a estribor (SB) y el segmento de pala inferior (20) presenta a babor (BB) sendos segmentos de pared lateral (19, 29) fuertemente arqueados que se extienden desde los bordes de ataque (11, 21) en dirección al borde final (15) con una longitud (L3) que se extiende a lo largo de una longitud (L'3) del segmento de pared lateral (19) desde los bordes de ataque (11, 21) hasta la zona de mayor grosor de perfil (PD) más una longitud (L"3) que corresponde, como mínimo, a  $\frac{1}{3}$  de la longitud (L'3), estando dispuesto a continuación del segmento de pared lateral (19, 29) fuertemente arqueado el segmento de pared lateral rectilínea (17, 27) que termina en el borde final (15).

- 5 2. Dispositivo de timón, según la reivindicación 1, caracterizado porque entre el segmento de pala superior (10) y el segmento de pala inferior (20) está dispuesta una placa de fijación (45) que está fijamente unida a los segmentos de pala (10, 20), presentando dicha placa de fijación (45) secciones transversales simétricas (46, 47) a ambos lados de la línea media longitudinal (LML) y un perfil de superficie así como dimensiones que recubren con sus perfiles y dimensiones la placa de base (42) del segmento de pala superior (10) y la placa de cubierta (41) del segmento de pala inferior (20).
- 10 3. Dispositivo de timón, según una de las reivindicaciones anteriores 1 ó 2, caracterizado porque el borde de ataque (11) del segmento de pala superior (10) y el borde de ataque (21) del segmento de pala inferior (20) están desplazados lateralmente a babor (BB) y a estribor (SB) con respecto a la línea media longitudinal (LML) de tal manera que la línea media (M2) trazada a través de los segmentos de los bordes de ataque desviados lateralmente se extiende en un ángulo  $\alpha$  de, como mínimo,  $3^\circ$  a  $10^\circ$ , pero también en un ángulo superior, de modo preferente  $8^\circ$  con respecto a la línea media longitudinal (LML) de la sección transversal de un travesaño.
- 15 4. Dispositivo de timón, según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, caracterizado porque los segmentos de pared lateral en forma de arco plano (18, 28), situados a babor (BB) y a estribor (SB), de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20) tienen una longitud (L4) reducida con respecto a la longitud (L5) de los segmentos de pared lateral fuertemente arqueados (19, 29), situados a estribor (SB) y a babor (BB), de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20).
- 20 5. Dispositivo de timón, según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, caracterizado porque la longitud de arco (BL1) de los segmentos de pared lateral fuertemente arqueados (19, 29) de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20) es mayor que la longitud de arco (BL) de los segmentos de pared lateral en forma de arco plano (18, 28) de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20), de manera que las zonas de transición (ÜB1) de los segmentos de pared lateral fuertemente arqueada (19, 29) de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20) están desplazadas en dirección al borde final con respecto a los segmentos de pared lateral (17, 27) que se extienden de forma rectilínea hacia el borde final (15), y las zonas de transición (ÜB) de los segmentos de pared lateral en forma de arco plano (18, 28) de los segmentos de pala superior (10) e inferior (20) están desplazadas en dirección al borde final con respecto a los segmentos de pared lateral (16, 26) que se extienden de forma rectilínea hacia el borde final (15).
- 25 6. Dispositivo de timón, según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, caracterizado porque el diámetro de la perforación (105) o el orificio en el segmento de pala superior (10) para recibir el tubo de limera (120) es algo más pequeño que el mayor grosor de perfil (PD) del segmento de pala (10).
- 30 7. Dispositivo de timón, según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, caracterizado porque el canto o borde de ataque (11, 21) de la pala del timón (100) que está dirigido hacia la hélice (115) se extiende oblicuamente en un ángulo  $\beta$  de, como mínimo  $5^\circ$ , preferentemente  $10^\circ$  con respecto al canto o borde final (15) dirigido en alejamiento de la hélice (115).
- 35 8. Dispositivo de timón, según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, caracterizado porque el eje (140) del timón y el tubo de limera (120) están realizados en acero de forja.
- 40 9. Dispositivo de timón, según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, caracterizado por una realización como timón completamente suspendido.
- 45

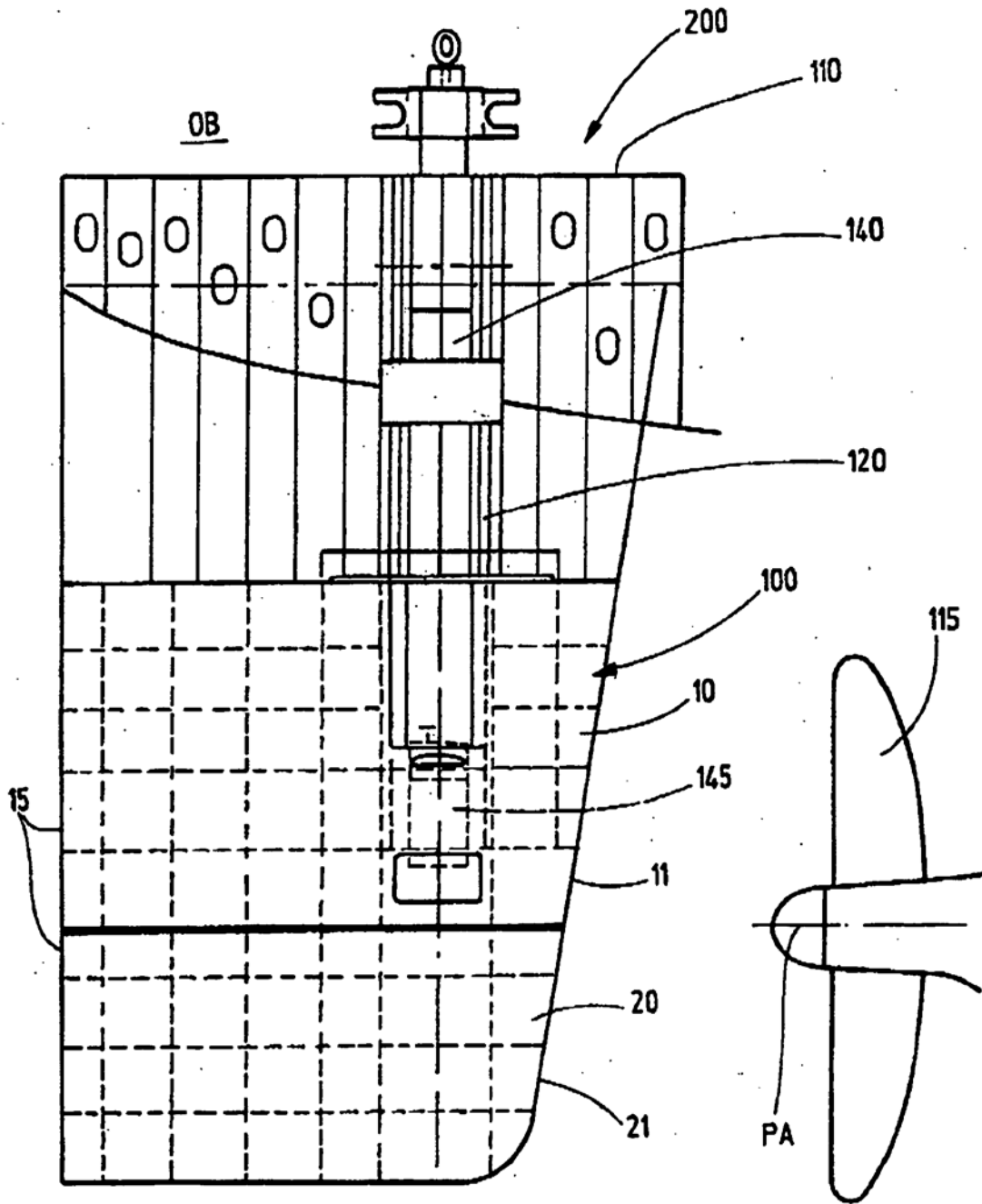


Fig.1

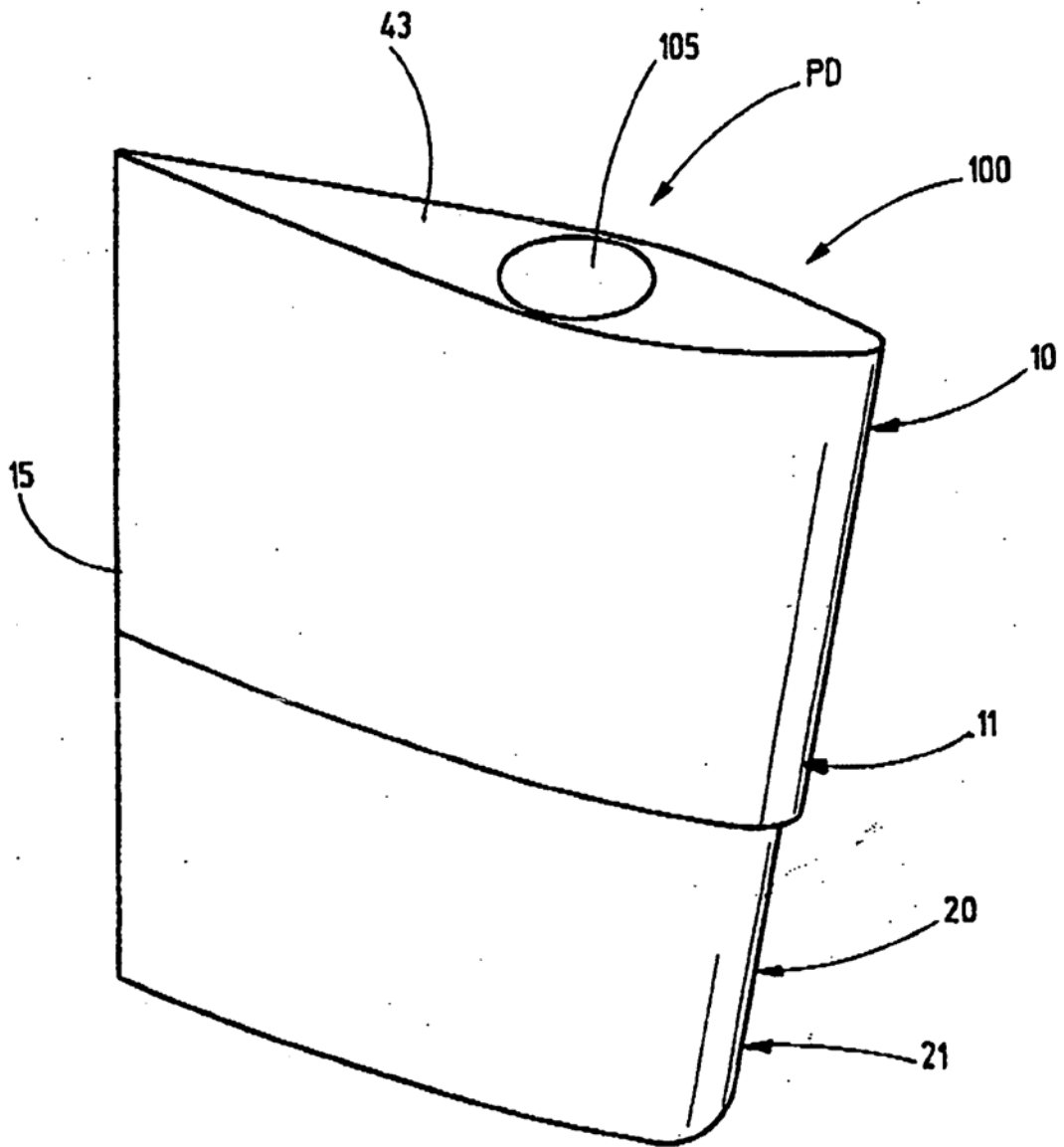


Fig.2

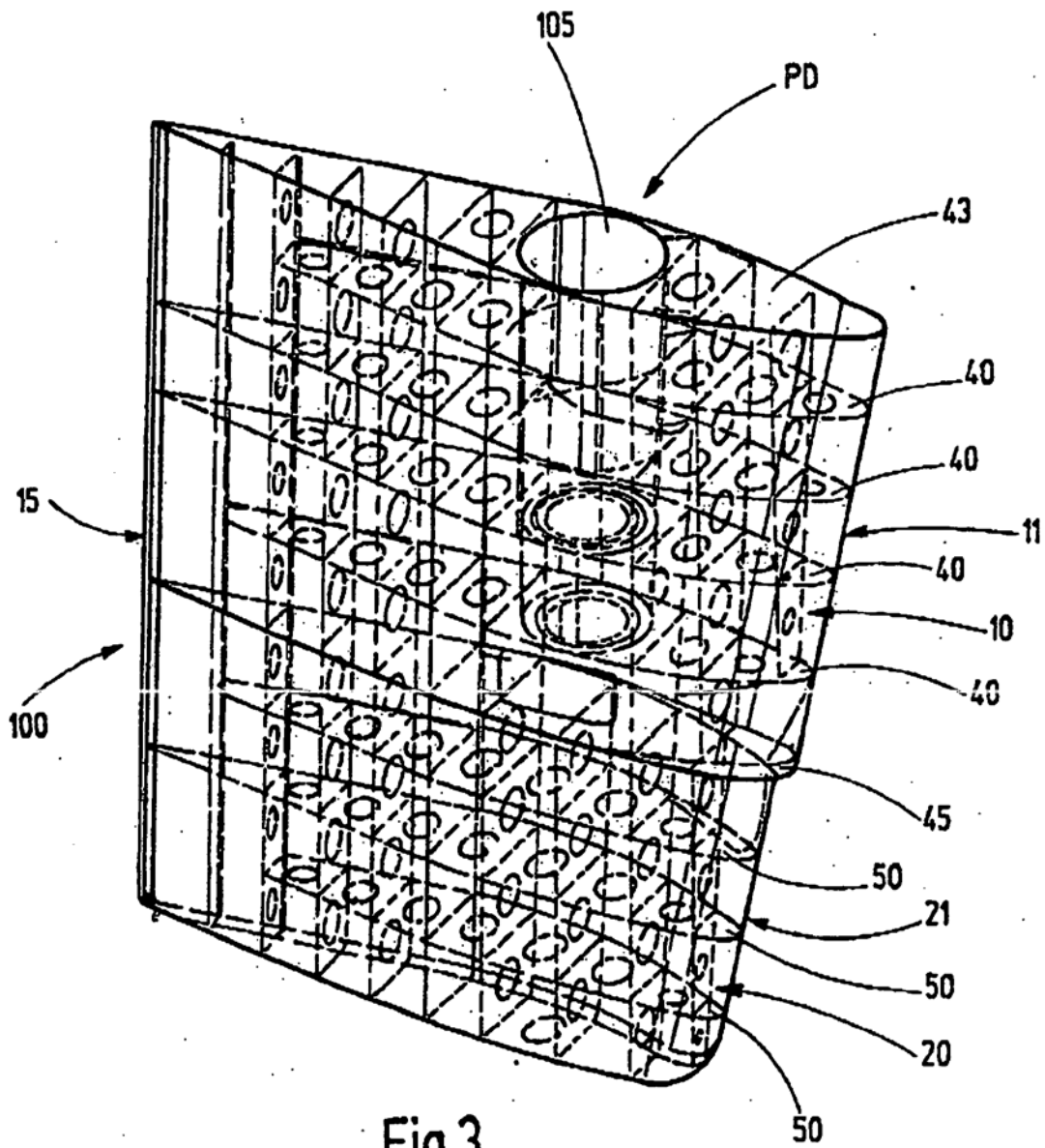


Fig.3

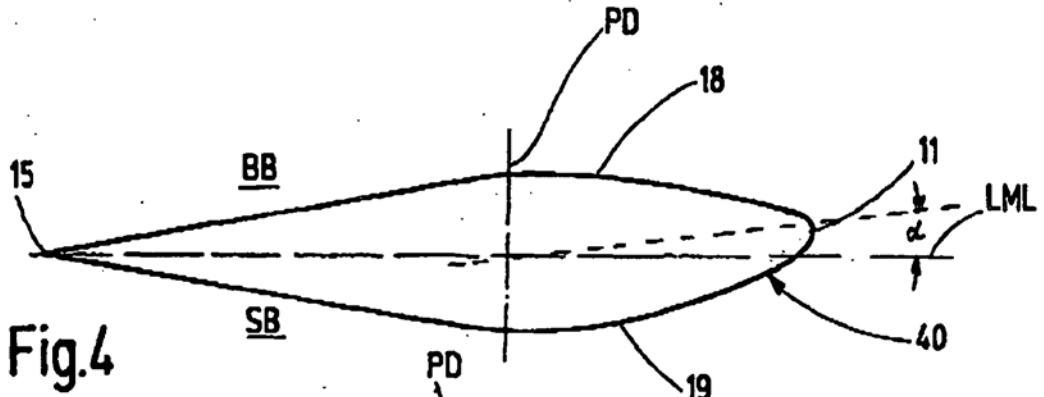


Fig. 4

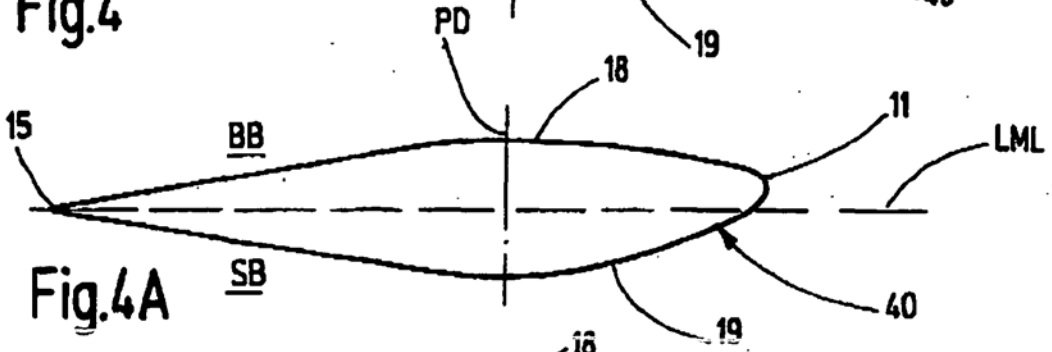


Fig. 4A

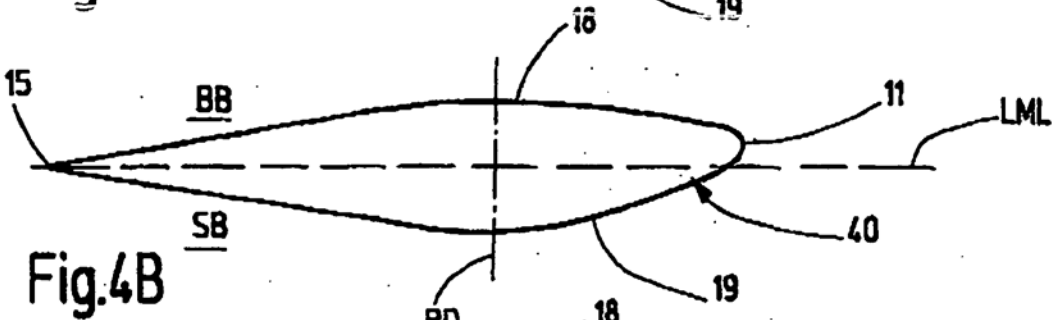


Fig. 4B

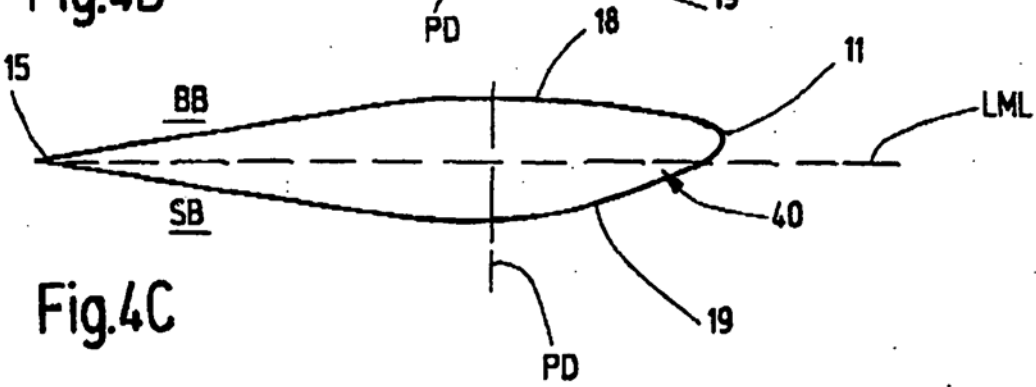
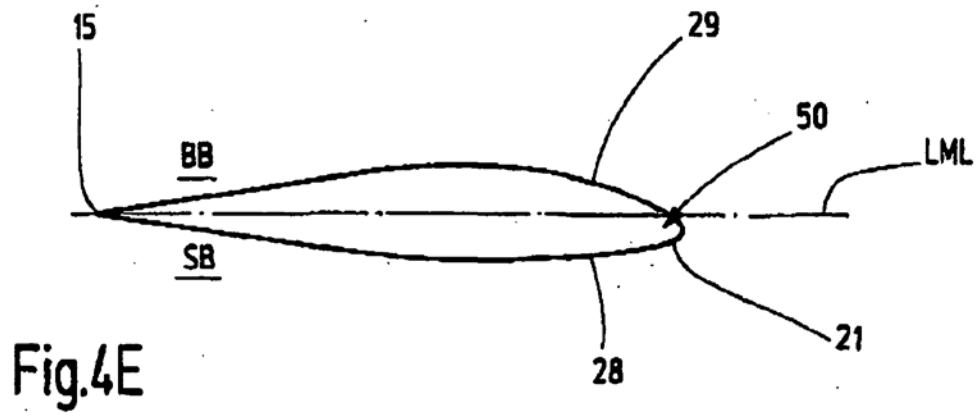
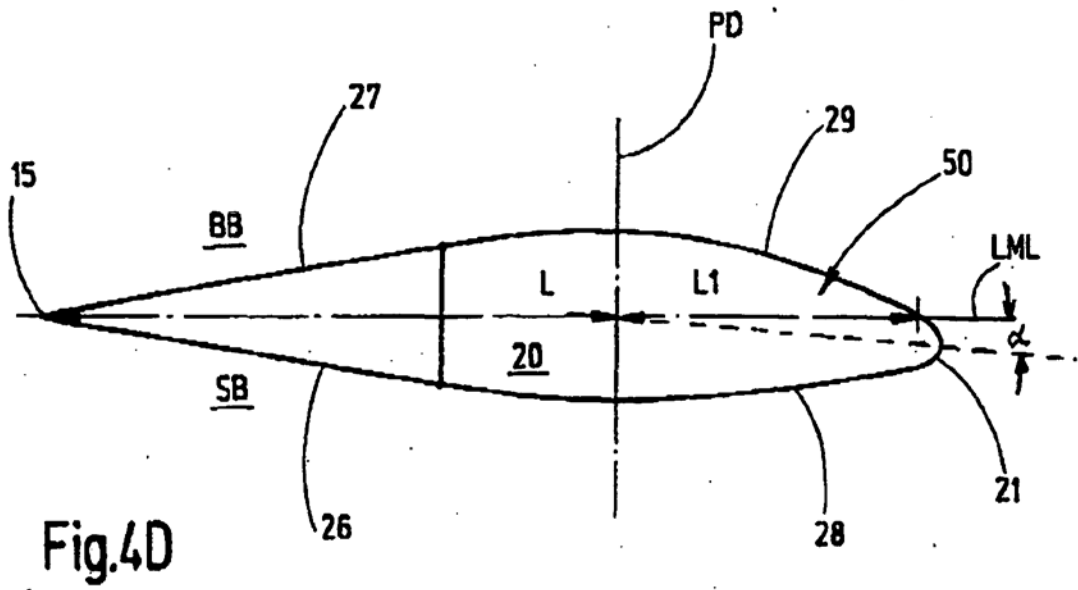


Fig. 4C





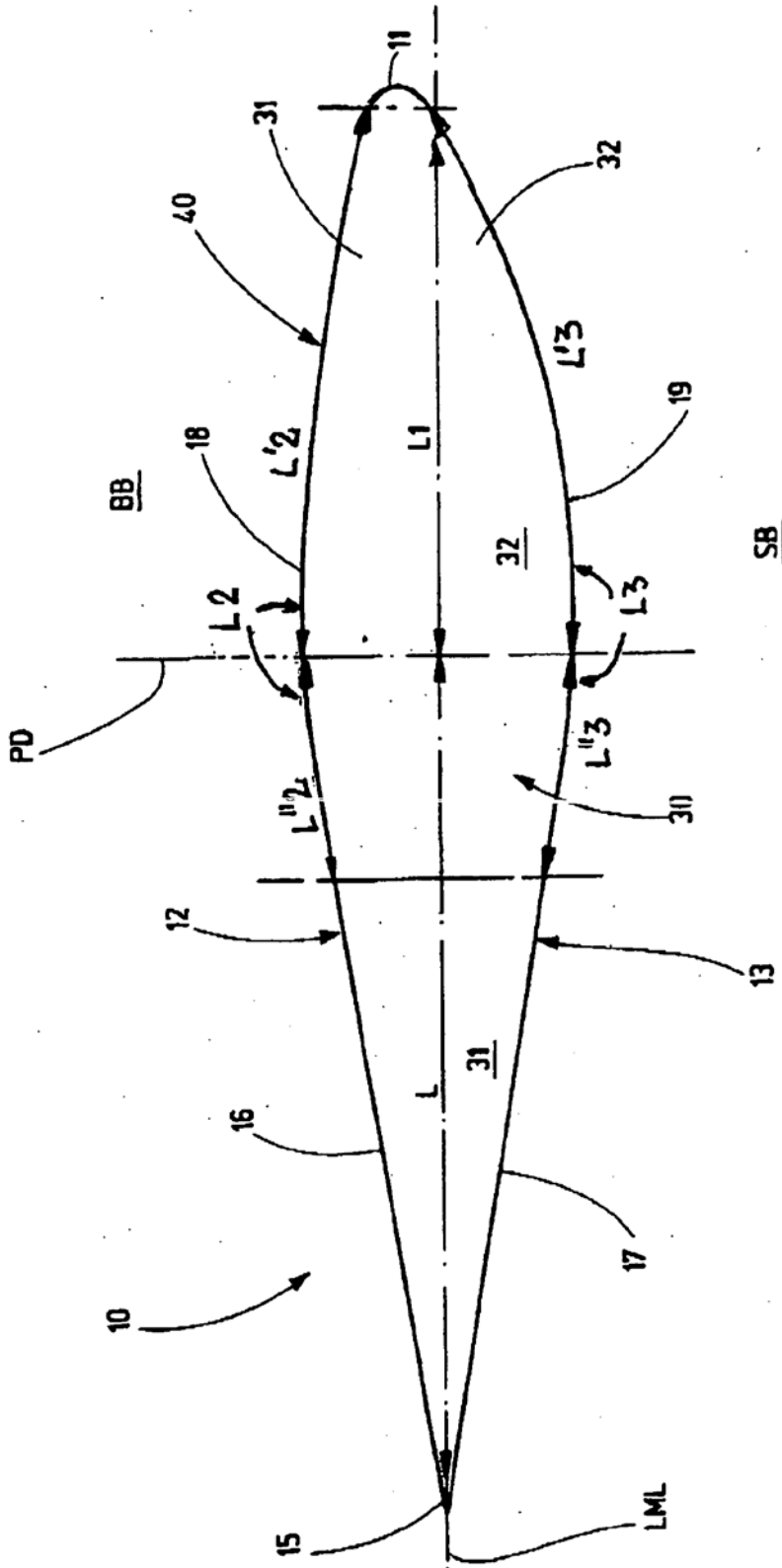


Fig.5

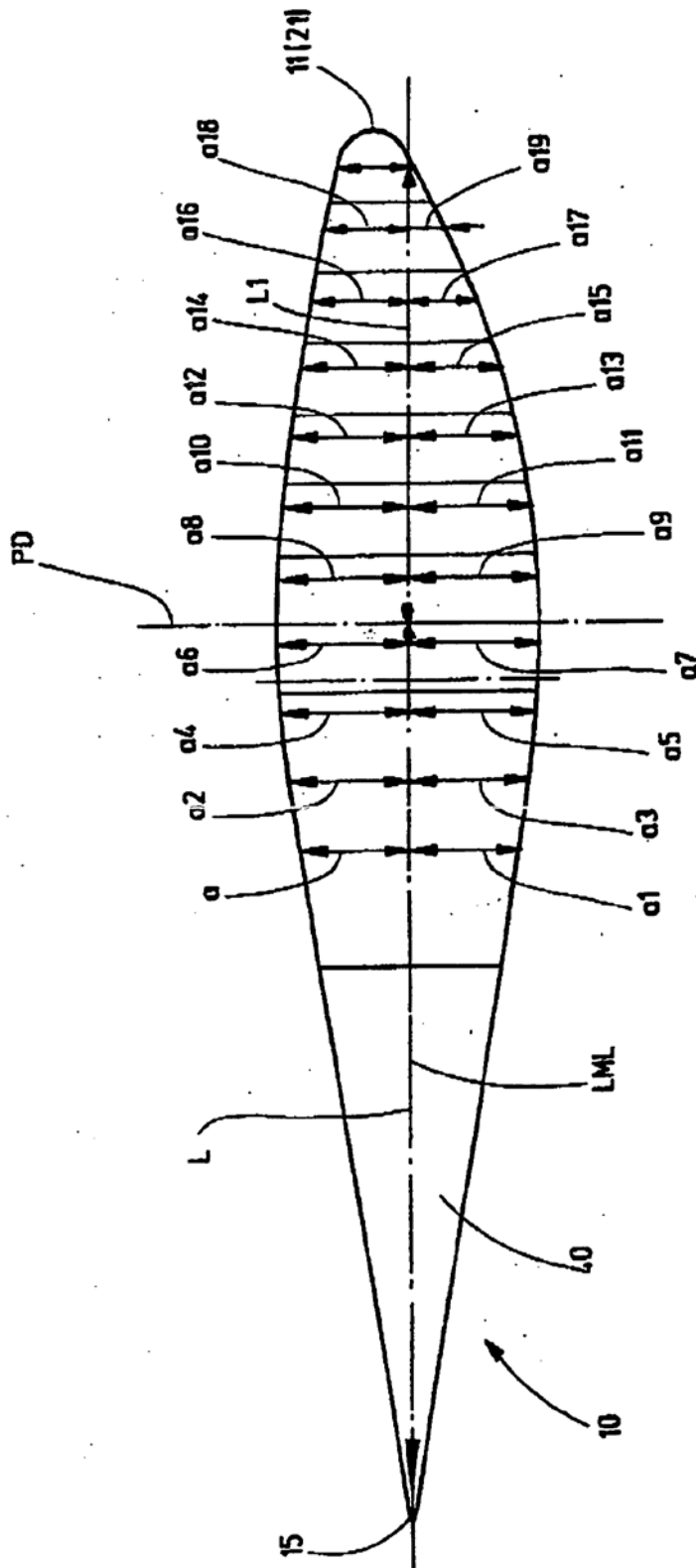


Fig.6

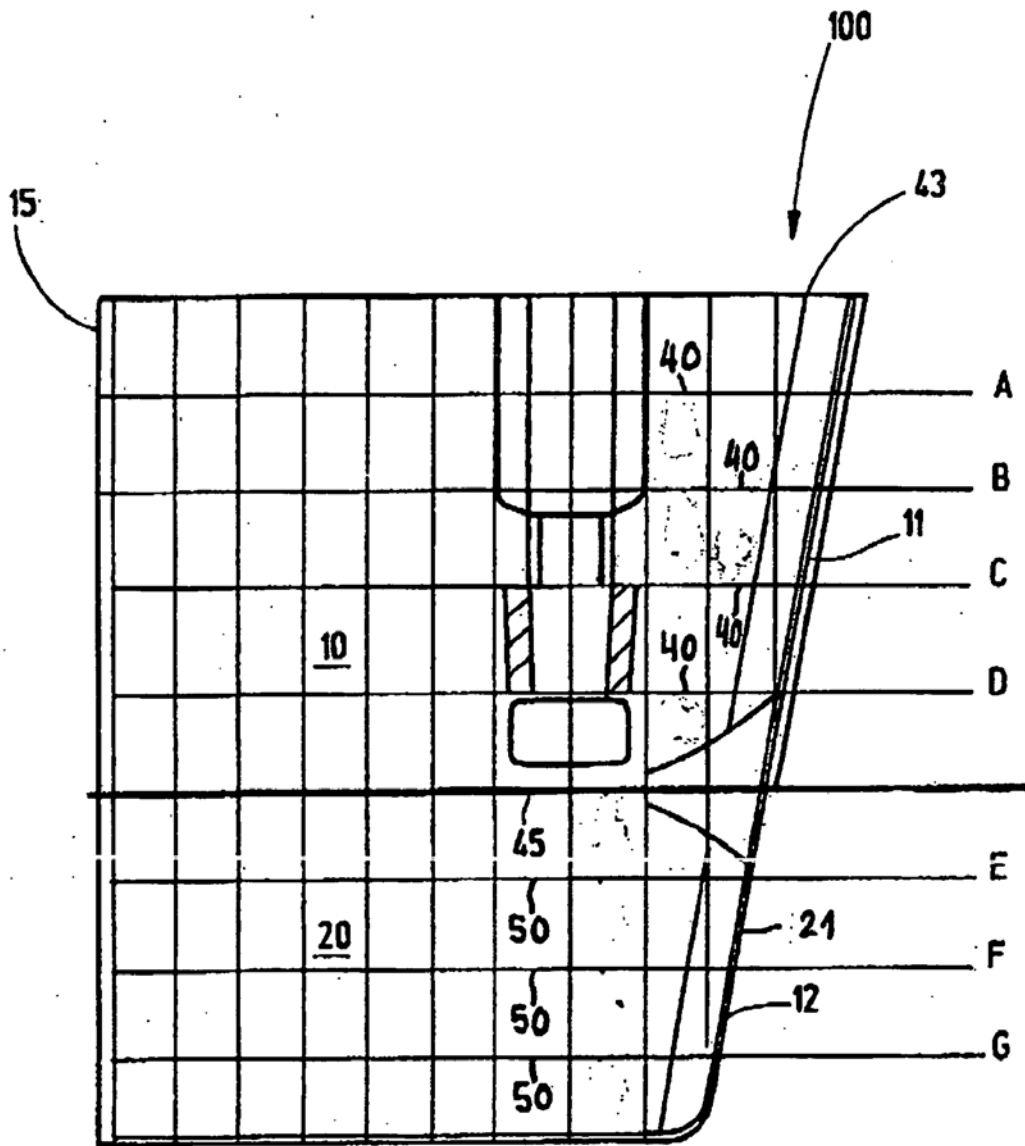
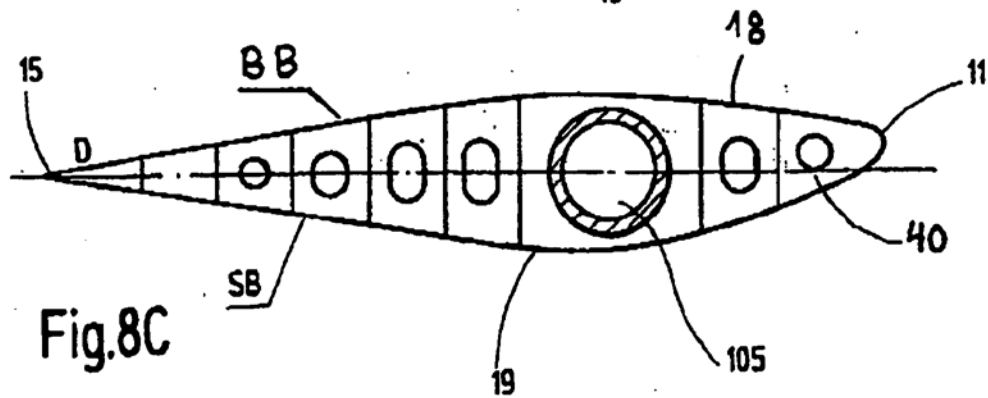
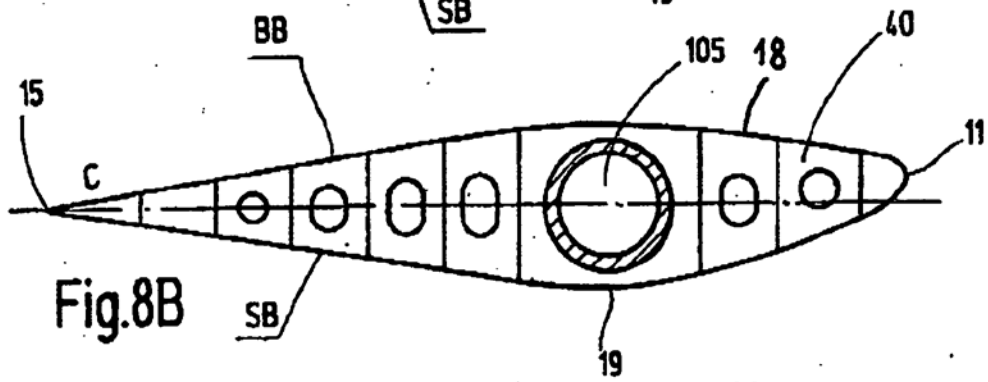
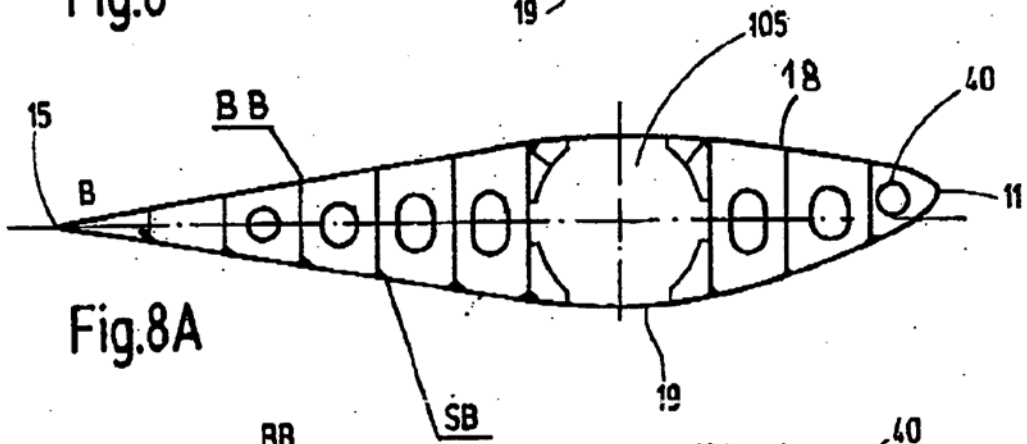
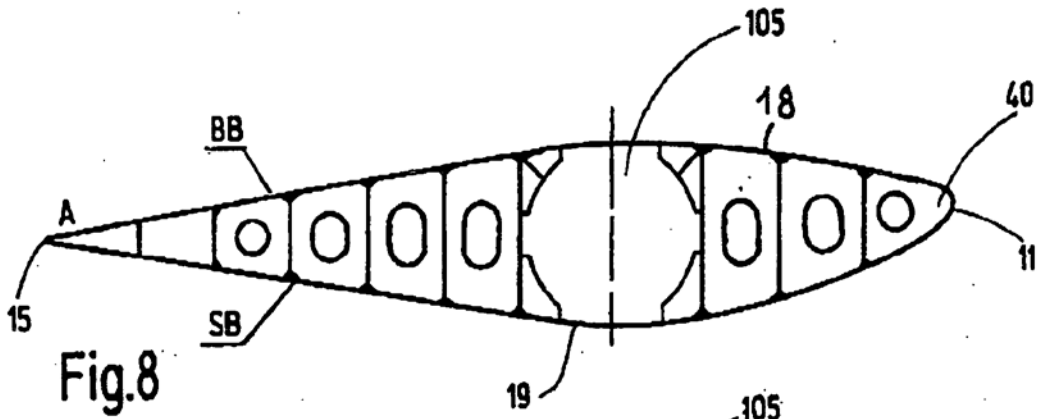
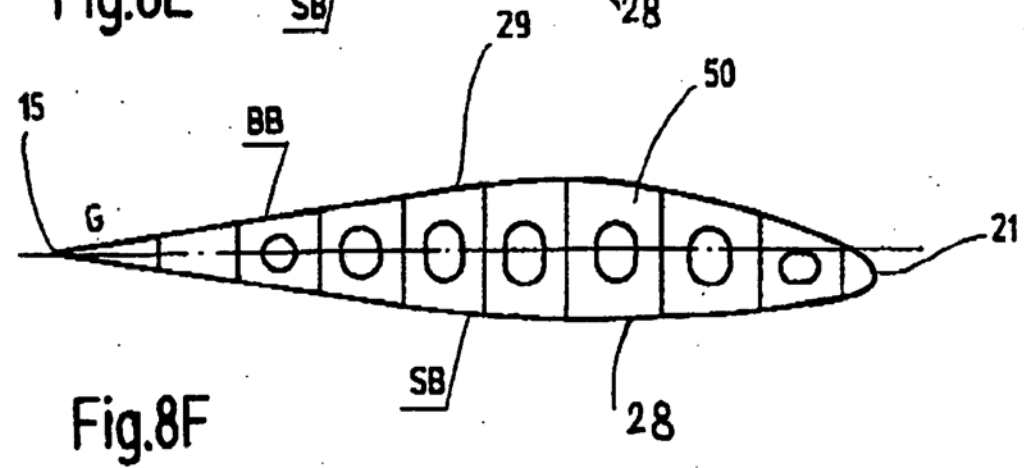
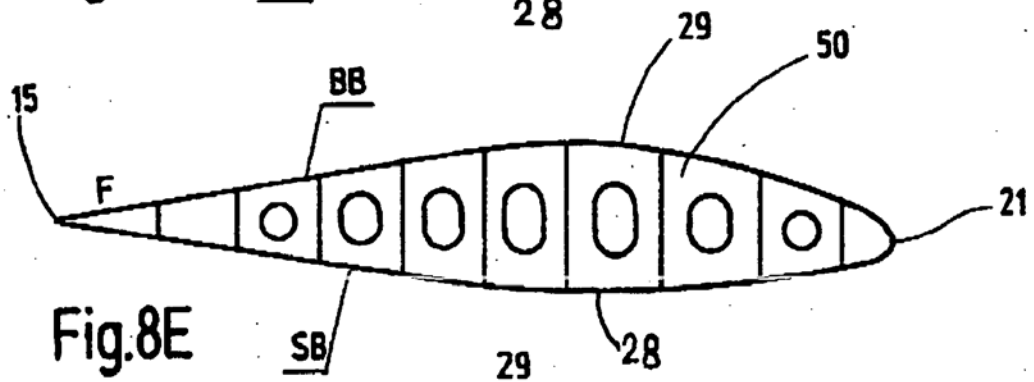
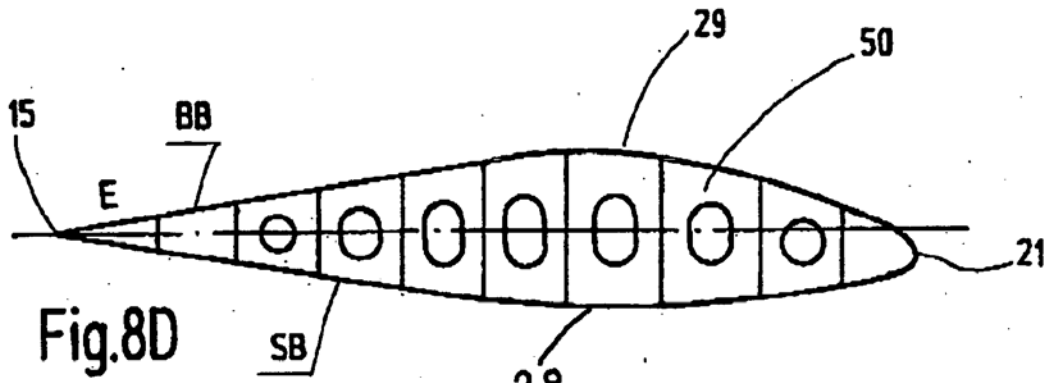
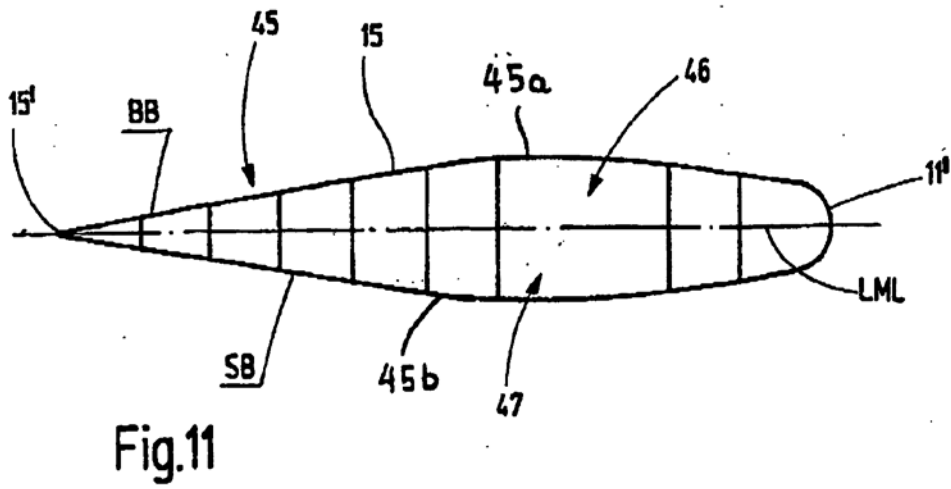
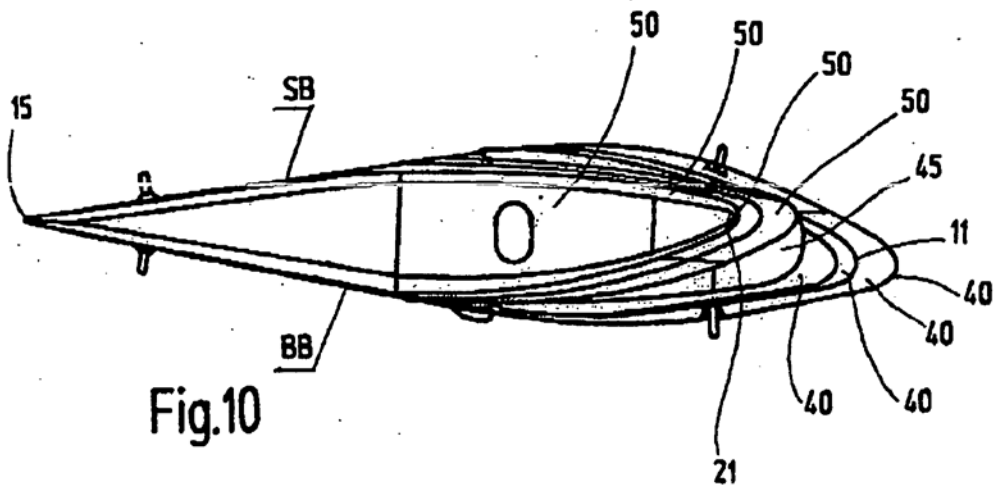
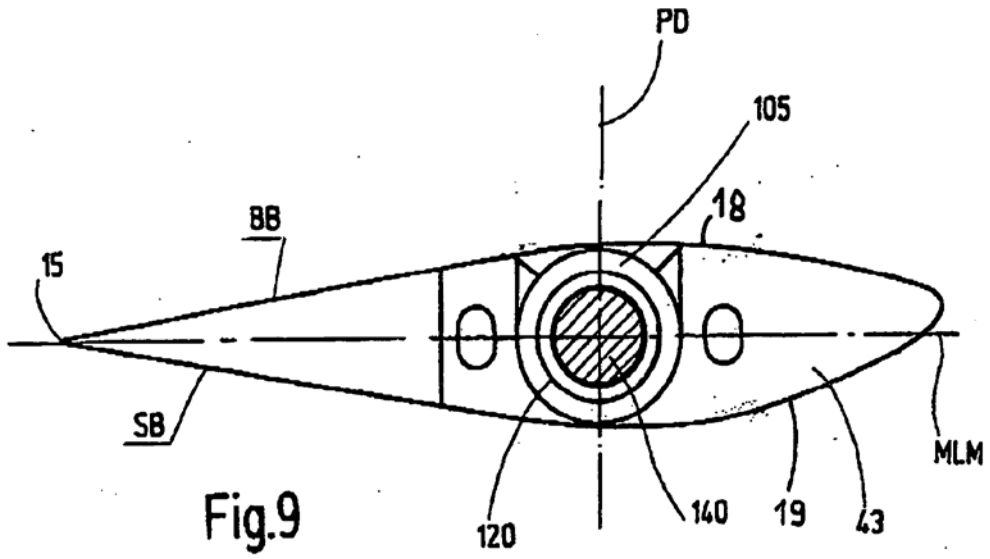


Fig.7







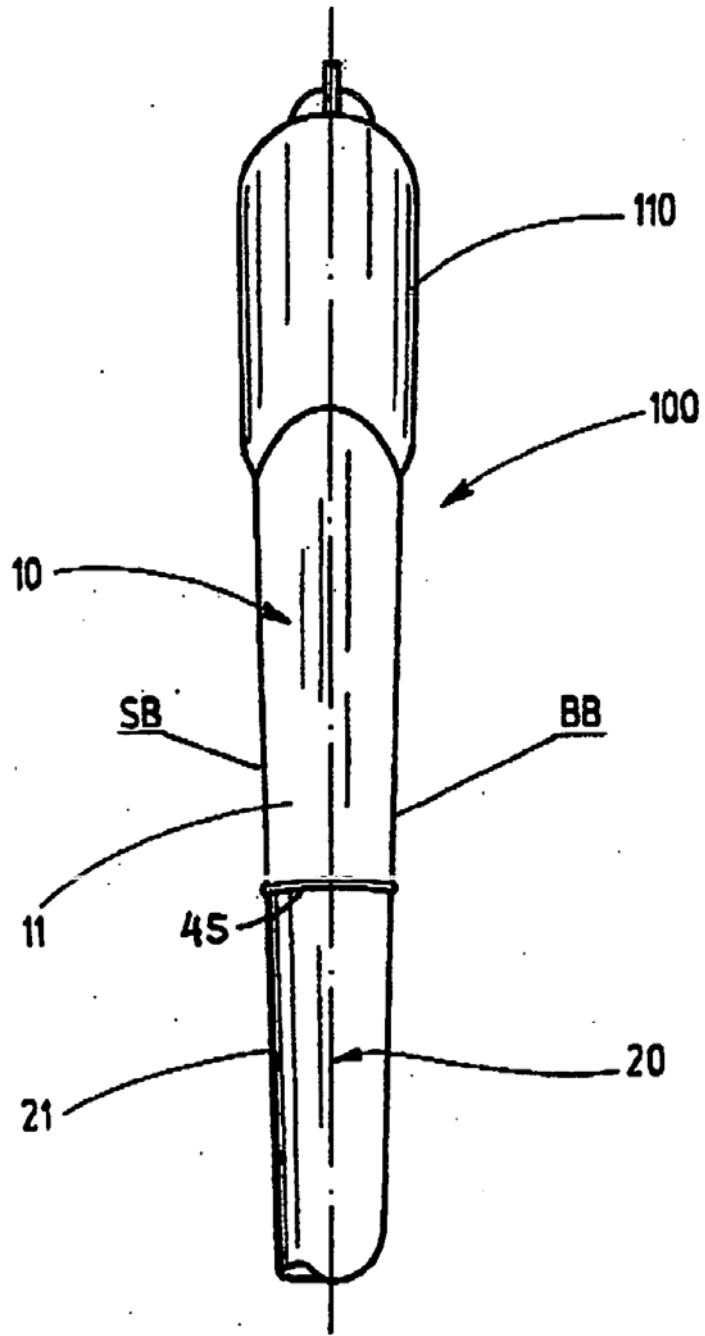


Fig.12

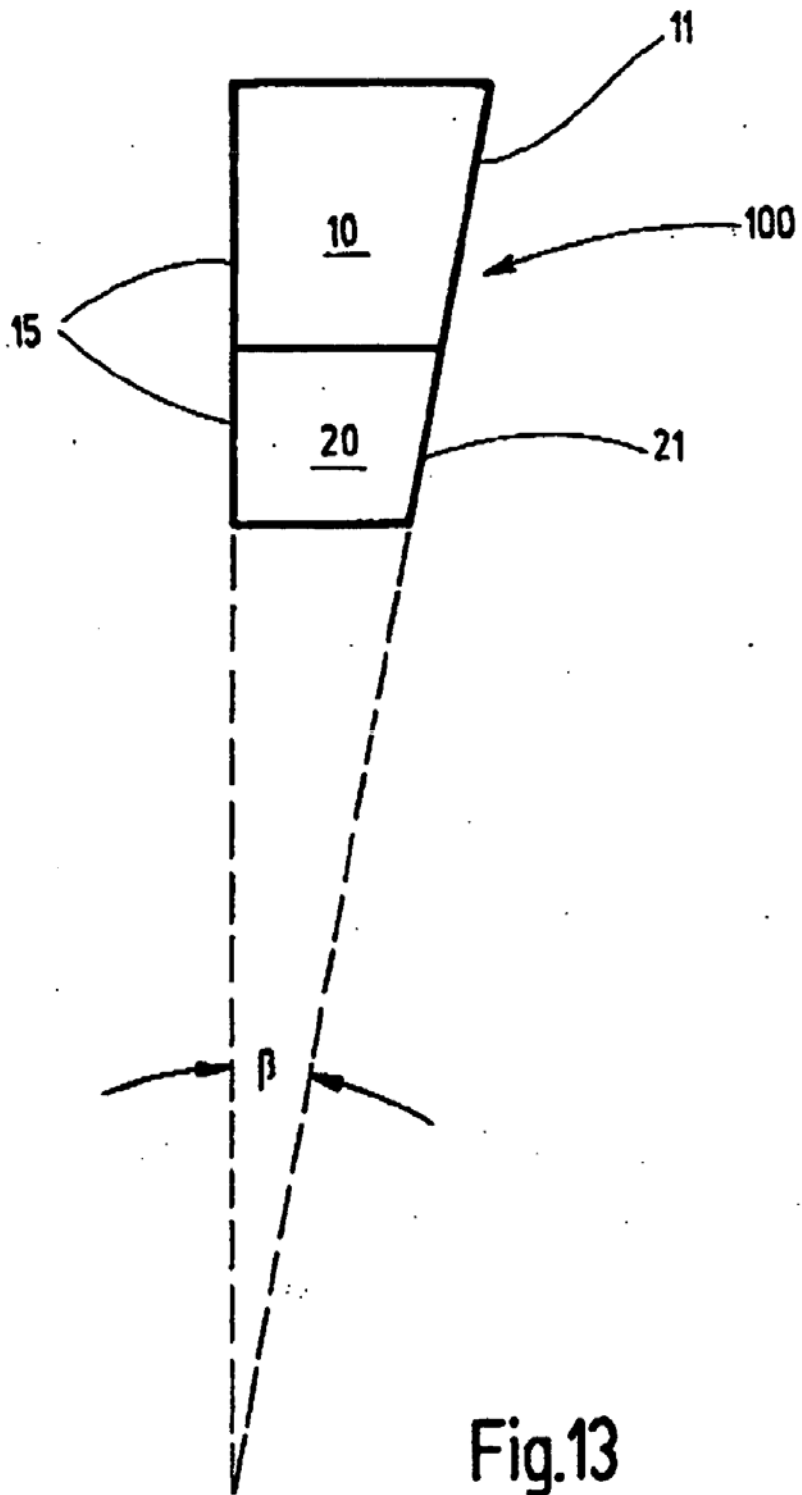


Fig.13





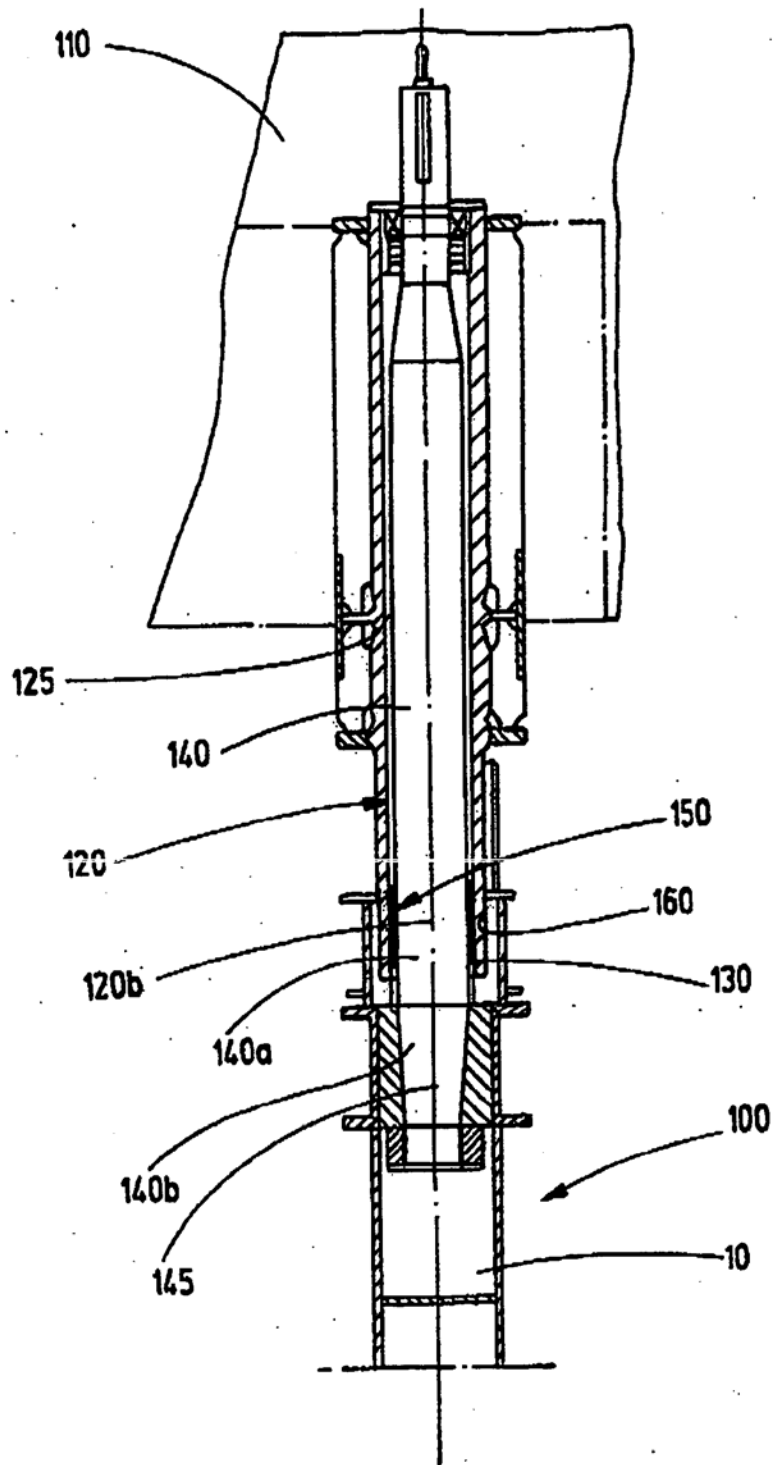


Fig.15