

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 200**

51 Int. Cl.:

B63G 8/34 (2006.01)
B63G 13/02 (2006.01)
B64D 7/00 (2006.01)
F41H 3/00 (2006.01)
G10K 11/20 (2006.01)
G01S 15/06 (2006.01)
G01S 15/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2016 PCT/EP2016/062015**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2016 WO16189139**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2016 E 16726523 (0)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3303120**

54 Título: **Submarino con firma acústica reducida**

30 Prioridad:

27.05.2015 DE 102015209723

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

31.08.2020

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH (50.0%)
Werftstrasse 112-114
24143 Kiel, DE y
THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

TEPPNER, RANDOLF y
AVSIC, TOM

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 781 200 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

Submarino con firma acústica reducida

La invención se refiere a un submarino.

5 Los vehículos para fluidos incluyen embarcaciones y aviones. Es común que ambos vehículos se muevan libremente a través de un fluido, en el que es particularmente relevante la fricción entre el fluido y el vehículo para fluido. En el caso de las embarcaciones, la fricción del fluido es muy relevante debido a su alta densidad, en el caso de las aeronaves debido a sus velocidades generalmente altas.

10 Para los usuarios de objetos militares (en la tierra, sobre/bajo el agua y en el aire) es una ventaja táctica decisiva detectar un objeto enemigo antes de que el propio objeto sea detectado desde el lado enemigo. Para lograr esto, además de las consideraciones tácticas, existen dos procedimientos: por un lado, disponer de mejores sensores (que incluye la posterior evaluación de datos) que el otro y usar objetos con una firma acústica más baja que el otro.

Siempre hay diferentes firmas mediante las que pueden ser detectados objetos.

Para todos los objetos que no están profundamente sumergidos, estas son, por ejemplo:

- Sección transversal de retrodispersión de radar
- 15 • Firma infrarroja
- Firma UV
- Reconocimiento visible
- Radiación sonora
- Radiación de ondas electromagnéticas por el propio objeto
- 20 • etc.

Para los objetos voladores impulsados por turbinas, por ejemplo, es añadida la formación de estelas. Los mismos puntos que se enumeran anteriormente aplican a todos los objetos sumergibles en desplazamientos cercanos a la superficie y sobre el agua, pero las firmas significativas están profundamente inmersas:

- Radiación sonora
- 25 • Medida acústica del objetivo
- Generación o desviación de campos electromagnéticos
- Firma infrarroja
- Luminiscencia en la estela

30 Los objetos sumergibles con rangos cortos de ocultamiento generalmente están diseñados para que tengan una firma baja, en particular un bajo nivel de radiación sonora. Para este propósito, dentro del objeto se hace todo para evitar la generación o propagación de ruido en la medida de lo necesario, por ejemplo, para no exceder un valor de firma predeterminado. Esto aplica, por un lado, a los dispositivos a bordo y, por otro lado, a los ruidos inducidos por el flujo. Esto reduce la probabilidad de que un objeto sumergible sea ubicado usando un sonar pasivo.

35 Algunas de las firmas con los rangos más largos (como las secciones transversales de retrodispersión del radar para objetos voladores y las dimensiones acústicas del objetivo para objetos sumergibles) también pueden ser optimizadas utilizando la forma del objeto. Sin embargo, esta optimización contradice regularmente una forma aerodinámica requerida para un bajo ruido de flujo, altas velocidades máximas y largos rangos de operación.

Del documento DE 33 32 754 A1 es conocido un barco submarino con un amortiguador de sonido.

Del documento DE 88 09 318 U1 es conocido un sistema de capas para reducir la reflexión.

40 Del documento DE 1 196 531 A es conocido un vehículo submarino con espacios gaseosos.

Del documento DE 31 23 754 C1 es conocido un material de camuflaje fabricado con diferentes capas.

Del documento US 5 128 678 A son conocidos revestimientos reflectantes.

Del documento US 2014/254000 A1 es conocida una estructura de capa reflectante.

Del documento EP 1 102 028 A2 es conocido un sistema de capas como un sistema de camuflaje.

Del documento US 5 536 910 A es conocido un medio de absorción de ondas sonoras.

Del documento US 5 276 447 A se conoce una estructura de capas para reducir la firma de radar.

5 El objeto de la invención es resolver las contradicciones entre la forma externa optimizada para la firma y una forma externa que ha sido optimizada geométricamente para cumplir otros requisitos (por ejemplo, tecnología de flujo u otra firma).

El objeto es logrado por un submarino con las características especificadas en la reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos resultan de las reivindicaciones dependientes, la siguiente descripción y los dibujos.

10 El submarino de acuerdo con la invención tiene un primer casco y un segundo casco, en el que el segundo casco está dispuesto al menos en una primera área debajo del primer casco. El primer casco se puede denominar la piel exterior. De acuerdo con la invención, el vehículo para fluido es una embarcación, de acuerdo con la invención un submarino. El segundo casco no tiene que estar completamente debajo del primer casco. El primer o segundo casco no tiene que ser un casco completo o cerrado. En particular, es suficiente si el segundo casco está dispuesto al menos en una primera área debajo del primer casco, por ejemplo, en el caso de un submarino, en la proa o en la torre. Aunque esto
15 solo optimiza la firma en estas áreas, es precisamente esta al menos una primera área la que contribuye significativamente a la firma no deseada, por ejemplo, si se encuentran allí muchos dispersores o dispersores fuertes. La torre y los dispositivos de extensión ubicados dentro de ella son, por ejemplo, la parte que determina la sección transversal del radar del submarino para el radar cuando un submarino se desplaza sobre el agua. La optimización de la torre sola como ejemplo para al menos una primera área, por lo tanto, contribuye significativamente a optimizar la
20 firma de radar de todo el submarino.

En el contexto de la presente solicitud, se entiende que una firma significa cualquier reflejo directo de una onda de detección emitida por una fuente de señal externa en una superficie del vehículo para fluido en la dirección de la fuente de señal.

25 El primer casco está optimizado dinámicamente para fluido y, por lo tanto, determina las propiedades hidrodinámicas de la embarcación en el caso de un submarino al sumergirse. Para crear un desacoplamiento entre el diseño del casco, que está optimizado en términos de dinámica de fluidos, y el diseño del casco, que se optimizaría para reducir la firma, el primer casco está diseñado de tal manera que el primer casco es transparente a una primera onda de detección. Las ondas de detección típicas son las ondas sonoras (sonar) y las ondas electromagnéticas (radar). Para los fines de la invención, se entiende que transparente significa que la reflexión sobre el casco es inferior a 25%,
30 preferentemente inferior a 10%, de la intensidad incidente. El segundo casco es impermeable a la primera onda de detección, impermeable a los fines de la invención, dado que es transmitida menos de 25%, preferentemente menos de 10%, de la intensidad de radiación entrante. El aislamiento de la transmisión es logrado típicamente mediante una reflectividad y/o una absorción, particularmente preferentemente mediante una reflectividad o mediante una combinación de reflectividad y absorción. La forma del segundo casco está optimizada para minimizar la firma en comparación con la primera onda de detección. Esto permite desacoplar por completo la forma del primer casco, que es esencial para las propiedades dinámicas del fluido, y la forma del segundo casco, que es esencial para la firma. El segundo casco es reflexivo para la primera onda de detección. Por reflexivo se entiende cuando más de 50% de la intensidad de la primera onda de detección es reflejada de manera direccional. La absorción y la dispersión son, por lo tanto, menores que la reflexión. La ventaja de la reflexión es la buena previsibilidad del comportamiento en relación
40 con una primera onda de detección entrante.

Preferentemente es reflejada más de 75% de la intensidad de la primera onda de detección, particularmente preferentemente más de 90% de la intensidad de la primera onda de detección.

45 En aras de la comprensión, se ilustra el caso de un submarino con un primer casco de acero y un segundo casco de espuma dura, en el que el primer casco, el casco exterior del submarino, es retrolavado. Tal diseño del primer casco es típico para botes de dos cascos y para botes de casco único en el área de la proa o la torre.

50 Para la reflexión y transmisión de una onda de sonido, que es usada como onda de detección en el sonar, la impedancia característica del sonido Z_F y el espesor de la capa d son relevantes para una placa plana, siendo la impedancia característica del sonido Z_F el producto de la densidad ρ y la velocidad del sonido c . El coeficiente de reflexión de una placa plana en agua (presión de sonido reflejada en relación con la presión de sonido incidente) es calculado para el sonido vertical de la siguiente manera:

$$R = \frac{i \left(\frac{Z_{F,1}}{Z_{F,0}} - \frac{Z_{F,0}}{Z_{F,1}} \right) \text{sen.}(dk_1)}{2 \cos(dk_1) + i \left(\frac{Z_{F,1}}{Z_{F,0}} - \frac{Z_{F,0}}{Z_{F,1}} \right) \text{sen.}(dk_1)},$$

siendo $Z_{F,0}$ la impedancia característica del sonido del agua y $Z_{F,1}$ la impedancia característica del sonido de la placa fabricada con material 1. El número de onda en la placa es $k_1 = 2 \pi f/c$, en el que f es la frecuencia. Para materiales sin absorción, $R^2 + T^2 = 1$, en la que T es el coeficiente de transmisión.

5 En una primera aproximación, la densidad del agua ρ_{agua} es de 1.000 kg/m^3 y la velocidad del sonido c_{agua} es de 1.500 m/s . Por lo tanto, $Z_{F,\text{agua}}$ es aproximadamente $1,5 \cdot 10^6 \text{ Ns/m}^3$. Para el acero, la densidad es $\rho_{\text{acero}} 8.000 \text{ kg/m}^3$ y la velocidad del sonido $c_{\text{acero}} 6.000 \text{ m/s}$. Entonces $Z_{F,\text{acero}}$ es aproximadamente $48 \cdot 10^6 \text{ Ns/m}^3$. Aunque la impedancia característica acústica del agua y el acero difieren en un factor de 30, dado que la velocidad del sonido en el acero es muy alta y el espesor de la capa de la envolvente de flujo es pequeño, se deduce que el producto dk_1 también es pequeño (a $0,01 \text{ kHz}$ aproximadamente $0,01$) y, por lo tanto, R es pequeño. La Figura 1 muestra el coeficiente de reflexión con respecto a la intensidad ($|R|^2$) para una placa de acero de 10 mm de espesor y una placa de GRP de 20 mm de espesor (placa hecha de plástico reforzado con fibra de vidrio) en agua en función de la frecuencia. El curso básicamente similar y la mayor transparencia general de la placa GRP se pueden ver incluso a frecuencias más altas.

15 Se distingue entre sonares activos de baja frecuencia, que funcionan a 50 Hz a 3 kHz , sonares activos de frecuencia media, que operan a 3 kHz a 15 kHz , y sonares activos de alta frecuencia. Debido a la baja amortiguación en el agua de mar y el largo alcance asociado, se utilizan sonares activos de baja frecuencia para localizar submarinos. Como puede ser observado en la Figura 1, una placa de acero tiene un alto factor de transmisión en este rango de frecuencia.

20 La reducción se puede acentuar en forma adicional usando un material compuesto reforzado con fibra (FVW) como material para el primer casco, por ejemplo, el material GRP mostrado en la Figura 1. Para tal material, la densidad ρ_{FVW} es de 2.000 kg/m^3 y la velocidad del sonido c_{FVW} de 3.000 m/s . Por lo tanto, $Z_{F,\text{FVW}}$ es de aproximadamente $6 \cdot 10^6 \text{ Ns/m}^3$. Sin embargo, este efecto numérico es compensado parcialmente por el hecho de que un primer casco fabricado con un material compuesto reforzado con fibra debe ser regularmente más grueso que un primer casco fabricado con acero.

25 En una transición al aire, la reflexión ocurre generalmente, porque la impedancia característica del sonido para el aire se encuentra en una primera aproximación con una densidad de $\rho_{\text{aire}} 1,3 \text{ kg/m}^3$ y una velocidad del sonido de $c_{\text{aire}} 340 \text{ m/s}$ a un $Z_{F,\text{aire}}$ de aproximadamente 442 Ns/m^3 . Por lo tanto, se produce una reflexión prácticamente completa en el cuerpo de presión lleno de aire. Sin embargo, por razones técnicas, el cuerpo de presión debe ser regularmente redondo para resistir las altas presiones a la máxima profundidad.

30 Las espumas plásticas, por ejemplo, fabricadas con cloruro de polivinilo, poliestireno o poliuretano, son, por lo tanto, adecuadas como material para el segundo casco. Las espumas tienen burbujas de gas que se generan durante la fabricación. Esto da como resultado una impedancia característica del sonido, que se puede calcular aproximadamente de la siguiente manera:

$$\rho = V_1 \rho_1 + V_2 \rho_2$$

$$\kappa = V_1 \kappa_1 + V_2 \kappa_2$$

con

$$\kappa_i = c_i^2 \rho_i$$

35 por lo tanto, se puede estimar a partir del promedio ponderado de la densidad ρ y la compresibilidad κ en el medio gas y polímero por medio de las fracciones de volumen respectivas V . Por lo tanto, la reflexión puede verse influenciada de manera específica a través del espesor y la composición del material de espuma. El segundo casco hecho de un material de espuma tiene preferentemente un espesor de 5 mm a 30 mm , preferentemente de 10 mm a 20 mm . Debido a la velocidad de sonido comparativamente baja en la espuma debido a las burbujas de gas, este espesor es suficiente para una reflexión eficiente de la onda de detección.

40 En una realización de la invención, son dispuestos objetos con una gran firma de retrodispersión. Un objeto con una gran firma de retrodispersión puede ser, por ejemplo, el cuerpo de presión, un tubo de torpedo, un esnórquel, un

periscopio o similar. Estos objetos con una gran firma de retrodispersión a menudo no pueden ser diseñados para minimizar la firma, pero están sujetos a otros requisitos técnicos y, por lo tanto, están dispuestos preferentemente debajo del segundo casco.

5 Alternativamente, el primer casco puede ser transparente a la radiación del radar y el segundo casco puede ser opaco a la radiación del radar. Esta realización es preferente en el caso de una embarcación, para el área de superficie, por ejemplo, en el caso de submarinos, para la torre.

De acuerdo con la invención, un tercer casco está dispuesto en al menos una segunda área debajo del primer casco y debajo del segundo casco. El tercer casco forma un cuerpo de presión.

10 En una realización adicional de la invención, más de 50% de la primera onda de detección es reflejada en una dirección desviada al menos 6° , preferentemente al menos 12° , particularmente preferentemente al menos 20° desde la primera onda de detección entrante (50). Preferentemente no hay más componentes de reflexión y/o absorción del submarino en la dirección desviada; después de la reflexión en el segundo casco, la onda de detección es reflejada en el primer casco alejado del submarino. La onda de detección es reflejada preferentemente solo una vez en el submarino.

15 En una realización adicional de la invención, la primera onda de detección es una onda de sonido o una onda electromagnética. Las ondas de sonido son usadas como ondas de detección en sonar, ondas electromagnéticas en radar. La onda de sonido tiene preferentemente una frecuencia de 10^1 Hz a 10^5 Hz. La onda electromagnética tiene preferentemente una frecuencia de 10^9 a 10^{12} Hz.

20 En una realización adicional de la invención, la primera onda de detección es una onda de sonido y la onda de reflexión es reflejada hacia abajo. Las ondas de sonido se usan típicamente en sonar para localizar vehículos submarinos. El área principal de aplicación es, por lo tanto, la ubicación de un barco submarino junto a un barco de superficie. Por lo tanto, en este escenario, la primera onda de detección generalmente golpea el bote submarino ligeramente por encima de la horizontal. La desviación hacia abajo dirige la onda del sonar hacia el fondo del mar y no puede ser atrapada por el barco de superficie o cualquier otro barco de superficie.

25 En una realización adicional de la invención, la primera onda de detección es una onda electromagnética y la onda de reflexión es reflejada hacia arriba. Las ondas electromagnéticas se usan típicamente en el radar para localizar vehículos de superficie. Por lo tanto, la aplicación principal es la ubicación de un barco de superficie o un submarino expuesto por otro barco de superficie. La desviación hacia arriba tiene sentido en este caso, dado que la superficie del agua podría actuar como una superficie de reflexión adicional y, por lo tanto, dirigir el rayo de radar hacia la nave de superficie adicional.

30 En una realización adicional de la invención, la forma del segundo casco está optimizada para minimizar la firma en comparación con una primera onda de detección incidente horizontal. La mayor amenaza surge para un vehículo para fluido, en particular una embarcación, en la ubicación de otro vehículo para fluido, en particular una embarcación. En el área de agua anterior, una onda de radar entrante viene prácticamente horizontal. Por lo tanto, debe evitarse que se refleje horizontalmente. Esto se aplica de manera análoga al área submarina. Una profundidad de inmersión
35 habitual es aproximadamente 100 m.

Otra embarcación, que está a solo 1.000 m de distancia en la superficie del agua y usa un sonar activo para encontrar el submarino, usa una onda de detección que está en un ángulo de menos de 6° y, por lo tanto, con una ligera desviación de la horizontal golpea el submarino. A una distancia de 3000 m, el ángulo ya está por debajo de 3° y a una distancia de 6.000 m por debajo de 1° . Un submarino también puede ser iluminado por otro submarino en prácticamente cualquier ángulo con una onda de detección, pero este escenario puede descuidarse en la práctica. Por lo tanto, es ventajoso optimizar la geometría del segundo casco cuando llega un eje horizontal.

Las consideraciones antes mencionadas son consideraciones y aproximaciones simplificadoras, que, sin embargo, tienen suficiente precisión para los efectos considerados en la presente memoria.

45 En una realización adicional de la invención, el segundo casco tiene al menos una superficie plana. La superficie plana es la forma más simple de reflejar una primera onda de detección entrante en otra dirección. Dado que el emisor y el receptor están espacialmente cerca uno del otro en la mayoría de los sistemas de ubicación, esta forma ofrece una buena optimización de la firma.

50 En una realización adicional de la invención, además de un primer casco y un segundo casco, el objeto tiene un cuarto casco, en el que el segundo casco está dispuesto debajo del segundo casco y el cuarto casco está dispuesto debajo del segundo casco. El primer casco es transparente para una primera onda de detección y una segunda onda de detección. El segundo casco es impermeable a la primera onda de detección y transparente a la segunda onda de detección. El cuarto casco es impermeable a la segunda onda de detección. La forma del segundo casco está optimizada para minimizar la firma en comparación con la primera onda de detección. La forma del cuarto casco está optimizada para minimizar la firma en comparación con la segunda onda de detección. Por ejemplo, la primera onda
55 de detección es un sonar y la segunda onda de detección es un radar. Por ejemplo, el cuerpo de presión puede estar dispuesto debajo del cuarto casco.

En una realización adicional de la invención, la superficie normal de la al menos una superficie plana forma un ángulo con la dirección longitudinal del vehículo para fluido, en particular un submarino, de al menos 6°, preferentemente de al menos 12°, particularmente preferentemente de al menos 20°. La superficie normal es el vector que es ortogonal a la superficie. Dado que la mayoría de las ondas de detección golpean el vehículo para fluido en un ángulo de 0° a 6°, la al menos una primera superficie plana tiene una inclinación de al menos 6° con respecto a la vertical, la dirección longitudinal del vehículo para fluido que corre paralela a la horizontal. Por ejemplo, un submarino sumergido también puede tener una desviación de la dirección longitudinal del vehículo para fluido con respecto a la horizontal al ascender o descender, pero dado que esta orientación ocurre relativamente raramente, el vehículo para fluido está optimizado con respecto a la firma para una alineación horizontal de la dirección longitudinal del vehículo para fluido. La al menos una superficie plana tiene una inclinación de al menos 12°. Este ángulo es particularmente preferente ya que, como es mostrado, una desviación de la dirección de incidencia de la onda de detección de hasta 6° de la horizontal debe ser considerada probable. Además, la reflexión no tiene lugar regularmente bruscamente en un solo ángulo, sino que se produce regularmente un cono en el que la mayor intensidad es reflejada en esta dirección del ángulo de acuerdo con la reflexión y la energía cae cada vez más con una desviación de este ángulo. La figura 2 muestra la característica de la reflexión de una placa plana con la dimensión de tres longitudes de onda ($L = 3\lambda$). La onda viene como una onda plana desde la dirección de 0° y es reflejada en la placa inclinada 12° en la dirección principal de 24°. La reflexión de regreso a la dirección de 0° es inferior a 18 dB.

La al menos una primera superficie en una embarcación está particularmente inclinada hacia abajo en un ángulo de al menos 6°, preferentemente de al menos 12°, particularmente preferentemente de al menos 20°. De esta manera, una onda de detección es reflejada lejos de la superficie del agua hacia el fondo y, por lo tanto, lejos del sensor. Sin embargo, esta disposición solo se puede implementar en unas pocas áreas de la embarcación y, por lo tanto, es preferente si el segundo casco solo está dispuesto en una primera área seleccionada, por ejemplo, en la proa.

En una realización adicional de la invención, el primer casco consiste en acero o un material compuesto reforzado con fibras y el segundo casco consiste en una espuma rígida. Esta realización es preferente para una embarcación.

En una realización adicional de la invención, el primer casco consiste en un material compuesto reforzado con fibras y el segundo casco consiste en metal u otro material eléctricamente conductor, por ejemplo, acero.

Por supuesto, también es posible disponer un cuarto casco entre el segundo casco y el tercer casco. En este caso, la primera capa es transparente a una primera onda de detección y una segunda onda de detección, la segunda capa es impermeable a una primera onda de detección y transparente a una segunda onda de detección, y el cuarto casco es impermeable a la segunda onda de detección. Como resultado, el primer casco se puede optimizar con respecto a las propiedades dinámicas del fluido, el segundo casco con respecto a la firma de la primera onda de detección y el cuarto casco con respecto a la firma de la segunda onda de detección. Este principio puede ampliarse para incluir cascos adicionales.

El vehículo para fluido de acuerdo con la invención es explicado con más detalle a continuación sobre la base de una embarcación en las realizaciones ejemplares mostradas en los dibujos.

Figura 1: coeficiente de reflexión con respecto a la intensidad ($|R^2|$) para una placa de acero de 10 mm de espesor y una placa de GFK de 20 mm de espesor en agua.

Figura 2: característica de la reflexión de una placa plana con la dimensión de tres longitudes de onda.

Figura 3: sección transversal esquemática a través de un primer submarino no de acuerdo con la invención.

Figura 4: sección transversal esquemática a través de un segundo submarino de acuerdo con la invención.

Figura 5: sección transversal esquemática a través de un tercer submarino de acuerdo con la invención.

La Figura 3 muestra un primer submarino 10 que no está de acuerdo con la invención. El submarino 10 tiene un primer casco 20 optimizado hidrodinámicamente. Esto difiere de los submarinos convencionales de última generación en que tiene una torre particularmente estrecha. En los submarinos convencionales, el revestimiento exterior suele estar inclinado para reducir la firma y evitar superficies verticales. Como resultado, la torre se vuelve significativamente más ancha en la base y, por lo tanto, causa una resistencia al flujo considerablemente mayor. De acuerdo con la invención, el primer casco 20 es transparente a la onda de detección 50, que es emitida predominantemente de manera horizontal por un transmisor 40, por ejemplo, un barco. El receptor 40 también está ubicado en la misma ubicación que el transmisor, por ejemplo, ambos son parte de un barco. El primer casco 20 está fabricado en este caso con un material compuesto reforzado con fibra y, por lo tanto, es prácticamente transparente a la radiación electromagnética en el intervalo de 10^9 a 10^{12} Hz y, cuando está sumergido, también es transparente al sonido del sonar. Debajo del primer casco 20 se encuentra en una primera área, la torre, un segundo casco 30. El segundo casco es reflectante para la radiación electromagnética en el intervalo de 10^9 a 10^{12} Hz y para el sonido del sonar, por ejemplo, el segundo casco 30 está fabricado con acero. El segundo casco tiene una inclinación de 10° con respecto a la vertical y está diseñado como una superficie plana. Como resultado, la onda de detección entrante 50 es reflejada en un ángulo de 20° con respecto a la horizontal y no puede alcanzar el receptor 40. Esto significa que el submarino 10 no puede ser localizado por el transmisor y el receptor 40.

5 Por razones de espacio, puede requerirse que los objetos tal como un periscopio o un esnórquel tengan que ser llevados a cabo a través del segundo casco 30 mostrado en la Figura 3. Por lo tanto, estos se encuentran fuera del segundo casco 30 y, por lo tanto, contribuyen a una ampliación de la sección transversal de retrodispersión y, por lo tanto, a un deterioro en la firma. Sin embargo, este efecto es leve en comparación con la optimización hidrodinámica de la forma del primer casco 20 y la optimización de la firma por el segundo casco 30.

Por supuesto, también es concebible que el segundo casco 30 no consista en una sola superficie plana como es mostrado, sino que el segundo casco 30 consista en varias superficies planas que están dispuestas de forma de diente de sierra, en el que las superficies individuales tienen una superficie normal, que preferentemente tiene un ángulo de por ejemplo $+ 15^\circ$ o $- 15^\circ$. Esto permite un diseño más compacto.

10 La Figura 4 muestra un submarino 10 de acuerdo con la invención. En el ejemplo mostrado, la primera área a optimizar es el área del arco. En el área del arco hay un segundo casco 30 debajo del primer casco 20, que es transparente para el sonar, y un tercer casco 60 detrás del segundo casco 30, que forma el cuerpo de presión. En la región central del submarino 10, el submarino 10 puede estar diseñado como un bote de casco único, de modo que en este caso el primer casco 20 también forma el casco de presión. El segundo casco 30 está diseñado preferentemente como una
15 superficie plana que tiene una inclinación de 12° hacia abajo en relación con la vertical. Como resultado, una onda de detección que llega horizontalmente 50 es reflejada en un ángulo de 24° hacia abajo como la onda de reflexión 55. Esto puede evitar con éxito que el submarino 10 sea ubicado. En este caso, el primer casco 20 está fabricado preferentemente con acero, el segundo casco 30 está fabricado preferentemente con espuma, en particular de espuma de poliuretano de celda cerrada. El área entre el primer casco 20 y el tercer casco 60 es llenada con agua. Como
20 resultado, el primer casco 20 es transparente para la onda de detección 50 y la onda de reflexión 55. El segundo casco 30 consiste, por ejemplo, en una placa de espuma de 15 mm de espesor que tiene buenas propiedades de reflexión para el sonido y, por lo tanto, para la onda de detección 50.

En el ejemplo mostrado en la Figura 4, los cañones de un arma, no mostrados, que se extienden desde el tercer casco 60 y, por lo tanto, desde el interior del submarino 10 hasta el primer casco 20 también deben ser guiados a través del
25 segundo casco 30. Como resultado, parte de los cañones de un arma se encuentran frente al segundo casco 30 y, por lo tanto, contribuyen a la firma. Sin embargo, esta contribución es relativamente pequeña debido a la forma de los cañones de arma.

La Figura 5 muestra una sección transversal a través de otro submarino 10 de acuerdo con la invención.

30 El submarino 10 está diseñado como un bote de doble casco y tiene un primer casco 20 y un cuerpo de presión formado por el tercer casco 60 y separado del primer casco 20. El primer casco 20 está hecho de material compuesto de fibra y el tercer casco 60 está hecho de acero. Un segundo casco 30 está dispuesto entre el primer casco 20 y el tercer casco 60, que consiste, por ejemplo, en ocho superficies planas. Para evitar la reflexión en la dirección horizontal, las superficies planas están dispuestas de manera que las superficies normales de las superficies estén en un ángulo de $22,5^\circ$ o $147,5^\circ$ con respecto a la horizontal. El segundo casco 30 está hecho de placas de espuma de
35 15 mm de espesor.

Se deduce que, por ejemplo, las realizaciones ejemplares mostradas en las figuras pueden ser combinadas entre sí, por ejemplo, para optimizar la firma de radar de la torre de acuerdo con el ejemplo mostrado en la Figura 3 y la firma de sonda del casco de acuerdo con las realizaciones ejemplares mostradas en la Figura 4 y/o la Figura 5.

Referencias:

- 40 10 submarino
- 20 primer casco
- 30 segundo casco
- 40 transmisores y receptores
- 50 onda de detección
- 45 55 onda de reflexión
- 60 tercer casco

REIVINDICACIONES

- 5 1. Submarino (10) que consiste en un primer casco (20) y un segundo casco (30), en el que el segundo casco (30) está dispuesto al menos en una primera área debajo del primer casco (20), en donde la forma del primer casco (20) está optimizada dinámicamente para los fluidos en al menos esta área, en donde el primer casco (20) es transparente a una primera onda de detección (50) y el segundo casco (30) es impermeable a la primera onda de detección (50) y la forma del segundo casco (30) está optimizada para minimizar la firma en comparación con la primera onda de detección (50), en donde la forma del primer casco, que es esencial para las propiedades dinámicas en el fluido, y la forma del segundo casco, que es esencial para la firma, están completamente desacopladas entre sí, estando dispuesto al menos en una segunda área debajo del primer casco (20) y debajo del segundo casco (30) un tercer casco (60) y en donde el tercer casco (60) forma un cuerpo de presión, siendo retrolavado con agua el primer casco (20), **caracterizado porque** el segundo casco (30) es reflectante para la primera onda de detección (50).
- 10 2. Submarino (10) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera onda de detección (50) está dirigida en más de un 50 % en una dirección desviada al menos 6° de la primera onda de detección (50) entrante.
- 15 3. Submarino (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera onda de detección (50) es una onda acústica o una onda electromagnética.
4. Submarino (10) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** la primera onda de detección (50) es una onda acústica y la onda de reflexión (55) es reflejada hacia abajo.
- 20 5. Submarino (10) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** la primera onda de detección (50) es una onda electromagnética y porque la onda de reflexión (55) es reflejada hacia arriba.
6. Submarino (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las ondas de detección que tienen la misma geometría óptima, o una geometría óptima similar, son reflejadas en el mismo casco.
- 25 7. Submarino (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la forma del segundo casco (30) está optimizada para minimizar la firma en comparación con una onda de detección (50) que incide horizontal.
8. Submarino (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el segundo casco (30) tiene al menos una superficie plana.
- 30 9. Submarino (10) de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** la superficie normal de la al menos una superficie plana forma un ángulo con la dirección longitudinal del submarino (10) de al menos 6°.
10. Submarino (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer casco (20) es de acero o de un material compuesto reforzado con fibras y el segundo casco (30) consiste en una espuma rígida.
- 35 11. Submarino (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1-9, **caracterizado porque** el primer casco (20) es de un material compuesto reforzado con fibras y el segundo casco (30) es de un metal u otro material eléctricamente conductor.

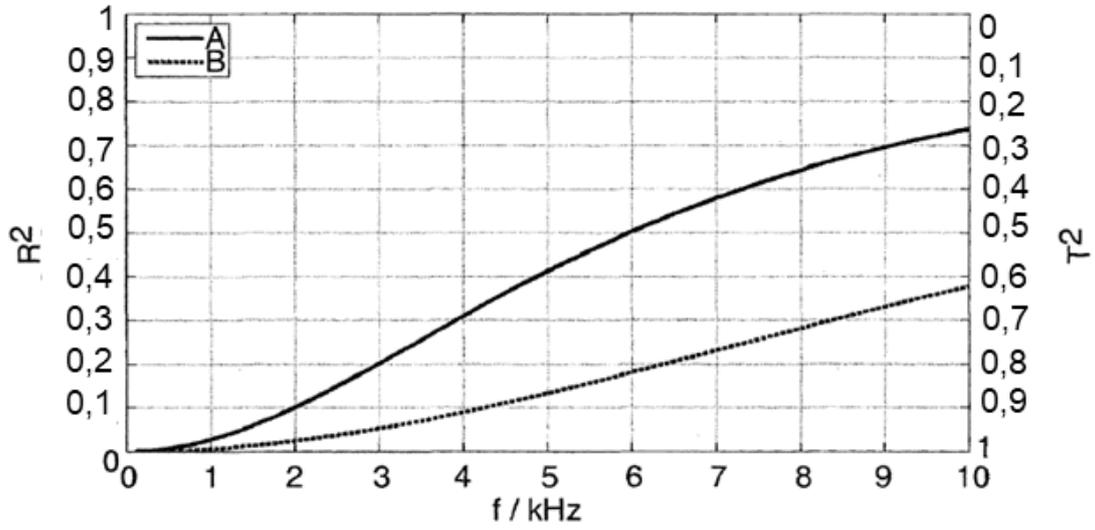


Fig. 1

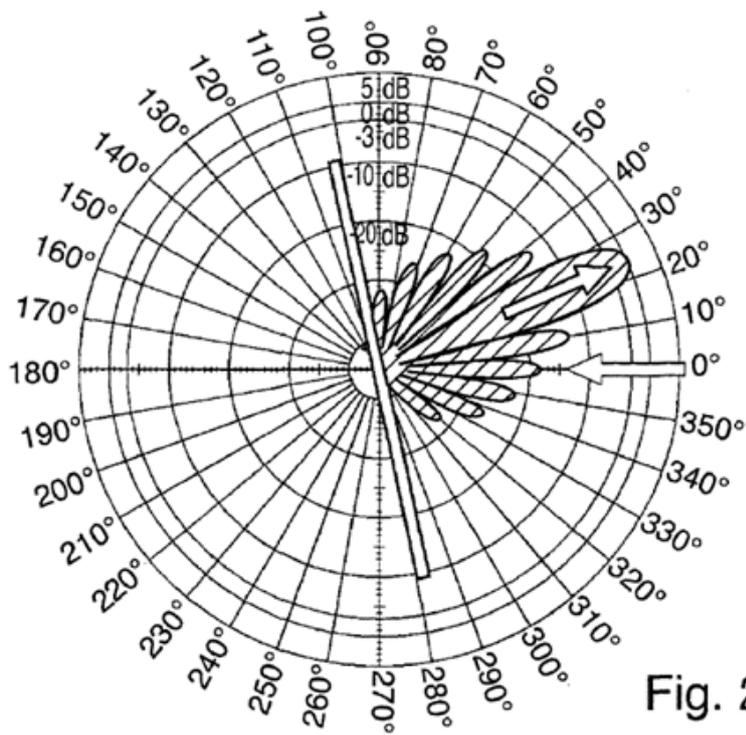
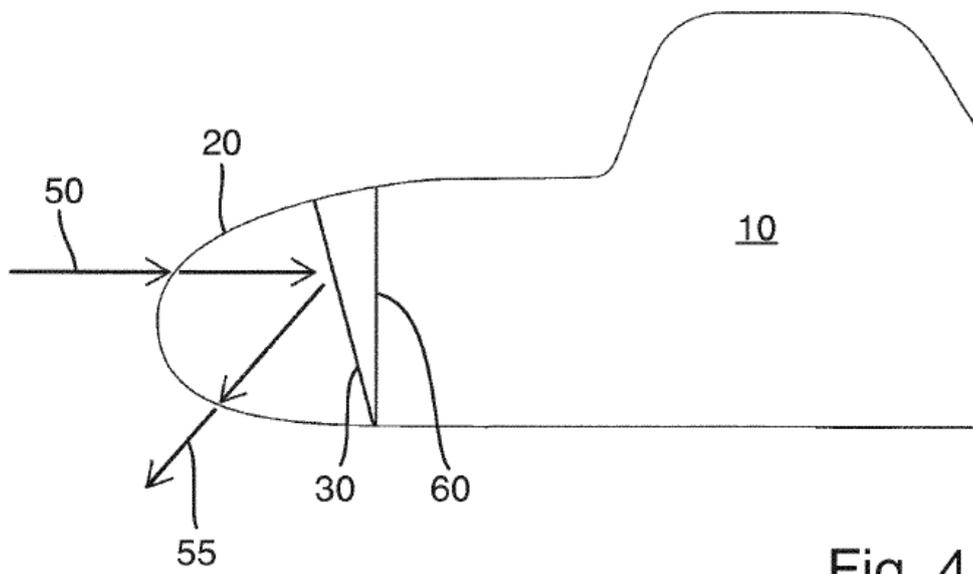
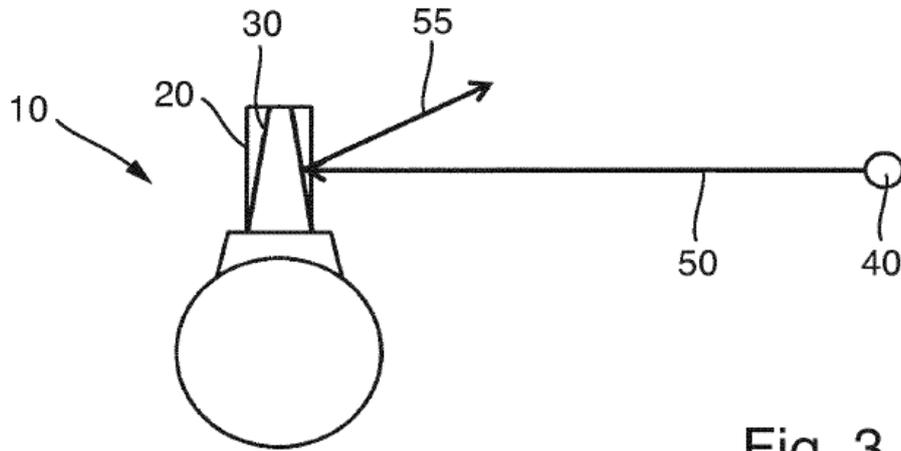


Fig. 2



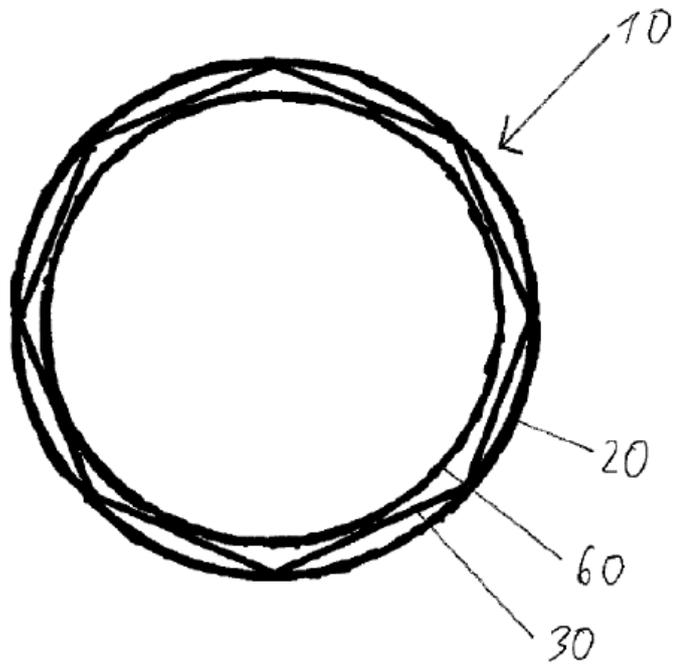


Figura 5