

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 019**

21 Número de solicitud: 201831183

51 Int. Cl.:

**B63B 3/13** (2006.01)

**B65D 88/78** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**05.12.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**05.06.2020**

71 Solicitantes:

**TORRES MARTINEZ, Manuel (100.0%)**  
**Ctra. Huesca, km. 9**  
**31119 TORRES DE ELORZ (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**TORRES MARTINEZ, Manuel**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

54 Título: **ESTRUCTURA REFORZADA PARA SOPORTAR ALTAS PRESIONES**

57 Resumen:

Estructura reforzada para soportar altas presiones que comprende un cuerpo principal (1, 2, 3) que está sometido a cargas provenientes de un medio externo y unas cuadernas (4) que están dispuestas radialmente por la parte interior del cuerpo principal (1, 2, 3), teniendo el cuerpo principal una piel exterior (1) realizada en material compuesto que está en contacto, directa o indirectamente, con el medio externo, una piel interior (2) realizada en material compuesto que está dispuesta por dentro de la piel exterior (1) y un material de relleno (3) que está dispuesto entre la piel exterior (1) y la piel interior (2); y en donde el cuerpo principal (1, 2, 3) tiene una geometría de espesor variable, proyectando el cuerpo principal (1, 2, 3), entre las cuadernas (4), radialmente hacia el interior de la estructura reforzada.

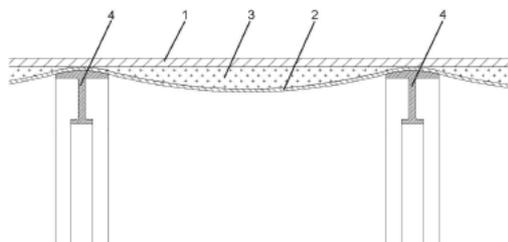


FIG. 4

ES 2 765 019 A1

## DESCRIPCIÓN

### ESTRUCTURA REFORZADA PARA SOPORTAR ALTAS PRESIONES

#### 5 **Sector de la técnica**

La presente invención propone una estructura reforzada fabricada en materiales compuestos con una disposición geométrica que optimiza el trabajo de los materiales. La invención está especialmente concebida para emplearse en vehículos submarinos que están  
10 sometidos a altas presiones, si bien puede emplearse para otro tipo de vehículos o aplicaciones que requieran soportar tales presiones.

#### **Estado de la técnica**

15 El diseño y fabricación de vehículos submarinos está basado en el empleo de materiales metálicos, habitualmente empleando aceros y también titanio en algunos de ellos. Las grandes profundidades a las que se sumergen estos aparatos implican la necesidad de soportar grandes presiones a lo largo de toda la superficie. Dicha presión, proporcional a la profundidad de inmersión, implica las principales cargas estructurales dentro de un vehículo  
20 de este tipo.

La estructura habitual se basa en una estructura de cuadernas con geometría anular y un casco continuo. En ocasiones, se emplea un doble casco, que separa las funciones hidrodinámicas de las estructurales, pero es habitual actualmente el empleo de un único  
25 casco. Las cuadernas se encargan de dar estabilidad a la estructura, soportando las principales cargas de compresión radial. El casco, a su vez, soporta parte de esas cargas de compresión radial, pero también debe ser capaz de mantener las cuadernas en su posición axial frente a las importantes cargas de compresión que se generan por las caras laterales del vehículo.

30

De acuerdo con ello, el vehículo submarino debe soportar dos tipos de cargas principales: por un lado, la carga de presión radial impuesta por la presión hidrostática del agua que presiona de forma envolvente al vehículo submarino, y la carga de presión lateral, impuesta por la misma presión hidrostática del agua presionando en la dirección axial del vehículo  
35 submarino, por ambos extremos.

Tanto el casco como las cuadernas se fabrican en metal, implicando unas cantidades de material muy importantes para resistir las cargas generadas, incluso en profundidades relativamente reducidas, en torno a los 300m. La fabricación habitual se basa en procesos de soldadura, generando inicialmente una serie de anillos formados por un número limitado de cuadernas y su casco asociado, para pasar después a la unión, de nuevo por soldadura, de ese conjunto de anillos para conseguir la geometría final. Las dimensiones de los submarinos implican que estos procesos de soldadura son costosos y complejos, implicando una importante labor manual y largos periodos de proceso.

Por otra parte, son necesarias capacidades adicionales debido al medio en el que este tipo de vehículos operan. Las condiciones son agresivas especialmente en relación con la corrosión de los materiales, por lo que es necesario el empleo de materiales metálicos capaces de soportar estas condiciones, implicando materiales y tratamientos costosos que encarecen la estructura generada.

Los materiales compuestos, y especialmente los reforzados con fibra de carbono o similar, son materiales que se han ido extendiendo en uso en múltiples sectores, especialmente aquellos relacionados con el transporte. Principalmente el sector aeronáutico ha apostado por ellos y los ha integrado en las últimas generaciones de aviones de forma masiva, por su ligereza y su buen comportamiento mecánico, y también por la facilidad de integrar múltiples componentes en un solo producto final.

Sin embargo, los materiales reforzados con fibras muestran un mejor comportamiento ante casos de carga de tracción, mientras que el funcionamiento ante condiciones de compresión es más desfavorable para los mismos, por lo que por el momento su aplicación en vehículos que deban soportar altas presiones, tal como por ejemplo los submarinos, no se ha llevado a la práctica.

### **Objeto de la invención**

La presente invención tiene por objeto una estructura reforzada basada en materiales compuestos que tiene una configuración estructural mejorada para soportar altas presiones. La invención está especialmente dirigida hacia una estructura reforzada para vehículos submarinos en base a materiales compuestos capaz de conseguir un funcionamiento del

material compuesto en una configuración óptima, y que permite aprovechar las propiedades de estos materiales al máximo con la consecuente optimización estructural y la reducción de peso de la estructura.

5 La estructura reforzada para soportar altas presiones propuesta por la invención comprende:

- un cuerpo principal que está sometido a cargas provenientes de un medio externo y que tiene:

- 10 ○ una piel exterior realizada en material compuesto que está en contacto, directa o indirectamente, con el medio externo;
- una piel interior realizada en material compuesto que está dispuesta por dentro de la piel exterior; y
- un material de relleno que está dispuesto entre la piel exterior y la piel interior; y

15

- unas cuadernas que están dispuestas radialmente por la parte interior del cuerpo principal;

20 en donde el cuerpo principal tiene una geometría de espesor variable, proyectando el cuerpo principal, entre las cuadernas, radialmente hacia el interior de la estructura reforzada.

En uso, la estructura está sometida a las cargas del medio externo. En el caso preferente de emplear la estructura para la fabricación de un vehículo submarino, el medio externo es el agua, y las cargas a las que está sometida la estructura son principalmente dos. Una carga de presión radial impuesta por la presión hidrostática del agua que presiona de forma envolvente a la estructura, y una carga de presión lateral, impuesta por la misma presión hidrostática del agua presionando en la dirección axial de la estructura por ambos extremos.

30 Por un lado, la carga de presión lateral implica un esfuerzo de compresión, que es soportado principalmente por la piel exterior de la estructura para mantener constante la distancia entre cuadernas.

Preferentemente el material compuesto de la piel exterior es un material compuesto reforzado con fibras. Aún más preferentemente el material compuesto de la piel exterior es fibra de carbono, o fibra de vidrio, curada con resina.

35

Por otro lado, la carga de presión radial implica un esfuerzo de tracción que es soportado principalmente por la piel interior de la estructura y las cuadernas. El material compuesto reforzado con fibra resulta especialmente apropiado para soportar la carga de presión radial, ya que este tipo de carga tiene una naturaleza de tracción, y el material compuesto presenta un mejor comportamiento ante ese tipo de cargas.

De acuerdo con ello, dicha carga tiene un efecto similar al de una catenaria, en el que las fibras soportan el esfuerzo trabajando a tracción, siendo éste el funcionamiento óptimo para el material compuesto. Así, el material compuesto de la piel interior es, preferentemente un material compuesto reforzado con fibras. Aún más preferentemente el material compuesto de la piel exterior es fibra de carbono o fibra de vidrio curada con resina.

Además, la geometría de espesor variable, mediante la cual la estructura reforzada tiene mayor espesor entre cuadernas, mejora el comportamiento ante cargas combinadas laterales y radiales que puedan implicar flexión, evitando el pandeo de la piel exterior.

Adicionalmente, se ha previsto que las cuadernas también estén realizadas en material compuesto. Al igual que las pieles, las cuadernas son preferentemente de un material compuesto reforzado con fibras, aún más preferentemente el material compuesto de la piel exterior es fibra de carbono, o fibra de vidrio, curada con resina.

De esta forma, la estructura reforzada es capaz de optimizar el funcionamiento de la piel interior, que trabaja bajo esfuerzos de tracción, manteniendo una zona exterior que permite mantener la geometría ante cargas de compresión por la presión lateral a la que está sometida la estructura.

Por ejemplo, dadas las propiedades de la fibra de carbono, con una densidad notablemente inferior a la del acero (1550kg/m<sup>3</sup> frente a 7890kg/m<sup>3</sup>) y de una resistencia a tracción que se encuentra en el entorno de las 2 y 3 veces del acero, se obtienen una estructura de menor tamaño y peso que su equivalente fabricada en acero.

Adicionalmente, el empleo de materiales compuestos permite evitar los procesos habituales de soldadura tanto en la generación de las cuadernas como en la unión de las mismas para la generación de la geometría de la estructura final. Gracias a procesos de infusión de resina

y co-curado de componentes, la piel exterior de la estructura puede formarse como una pieza única sin necesidad de componentes de unión adicionales, como soldaduras, remachados u otro tipo de uniones mecánicas o químicas más allá del curado de la propia resina.

5

Se obtiene así una estructura reforzada de material compuesto con un diseño optimizado, permitiendo que el material compuesto empleado ofrezca su mejor rendimiento posible.

### **Descripción de las figuras**

10

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de la estructura reforzada de la invención aplicada a un vehículo submarino, con una sección en dirección axial que permite observar los elementos que conforman la estructura.

15

La figura 2 muestra un detalle ampliado de la vista de la figura anterior.

La figura 3 muestra una vista en sección axial del vehículo submarino que permite observar la geometría de espesor variable del cuerpo principal de la estructura y la disposición de las cuadernas.

20

La figura 4 muestra un detalle ampliado de la vista de la figura anterior.

### **Descripción detallada de la invención**

25

En la figura 1 se muestra un ejemplo de realización de una estructura reforzada de acuerdo con la invención aplicada en un vehículo submarino.

30

La estructura comprende un cuerpo principal (1,2,3) y unas cuadernas (4) que están dispuestas radialmente por la parte interior del cuerpo principal (1,2,3). La estructura reforzada está sometida a cargas provenientes de un medio externo, tal como las cargas debidas a la presión hidrostática del agua.

35

El cuerpo principal (1,2,3) tiene una configuración alargada. El cuerpo principal (1,2,3) tiene forma de un cilindro cerrado por sus dos extremos, en donde la sección longitudinal del cilindro va reduciéndose progresivamente en los extremos hasta cerrarse completamente,

de forma que el cuerpo principal (1,2,3) resulta hermético y estanco.

Las cuadernas (4) son unos componentes estructurales reforzados con una forma configurada para adaptarse a la parte interior del cuerpo principal (1,2,3). Preferentemente las cuadernas (4) tienen una configuración anular o similar para adaptarse al diámetro interior de la forma cilíndrica del cuerpo principal (1,2,3). La geometría propia de la cuaderna (4) se adaptará a aquella que más convenga desde el punto de vista estructural y de fabricación, pudiendo tratarse de perfiles en doble T, perfiles rectangulares, o similares.

El cuerpo principal (1,2,3) comprende una piel exterior (1), una piel interior (2) y un material de relleno (3). La piel interior (2) está dispuesta por dentro de la piel exterior (1) y el material de relleno (3) está dispuesto entre la piel exterior (1) y la piel interior (2).

El cuerpo principal (1,2,3) tiene una geometría de espesor variable, proyectando el cuerpo principal (1,2,3), entre las cuadernas (4), radialmente hacia el interior de la estructura reforzada.

Como se observa en detalle en las figuras 3 y 4, la geometría de espesor variable tiene una forma sinusoidal que mejora el reparto de esfuerzos. Dicha forma se obtiene variando el espesor del material de relleno (3) entre cuadernas (4). Así, el material de relleno (3) tiene un espesor variable a lo largo del cuerpo principal, siendo el espesor del material de relleno (3) que está dispuesto entre cuadernas (4) contiguas mayor que el espesor del material de relleno (3) que está dispuesto en las zonas en las que las cuadernas (4) apoyan en la piel interior (2).

En dicha realización mostrada en las figuras las pieles interior (2) y exterior (1) tienen un espesor uniforme a lo largo del cuerpo principal, mientras que el material de relleno (3) tiene el espesor variable, si bien las pieles (1,2) también podrían tener un espesor variable que no fuese uniforme. Incluso podría haber la posibilidad de que no hubiese material de relleno (3) en las zonas en las que las cuadernas (4) apoyan sobre la piel interior (2), o que éste fuera prácticamente nulo.

Así, la geometría del cuerpo principal con la piel interior (2), el material de relleno (3) y la piel exterior (1) conforma una estructura semejante a un panel sándwich tradicional, con la principal diferencia de disponer de una variación de espesor del material de relleno (3) en la

zona entre dos cuadernas contiguas (4). La variación de espesor se ajusta a que la trayectoria en la dirección axial de la piel interior (2) siga una trayectoria parabólica o incluso de catenaria.

5 Para soportar las cargas debidas a la presión hidrostática del agua las pieles exterior (1) e interior (2) están realizadas en material compuesto. Asimismo, las cuadernas (4) también pueden estar realizadas en material compuesto. Preferentemente el material compuesto está reforzado con fibras. Aún más preferentemente el material compuesto es fibra de carbono, fibra de vidrio, o similares, curada con resina.

10

El material de relleno (3) que se dispone entre las pieles (1,2) es, bien una espuma estructural de densidad superior a los 200 kg/m<sup>3</sup>, o bien algún otro material de relleno de altas propiedades mecánicas. En cualquier caso, debe presentar la rigidez y resistencia suficientes para soportar las enormes cargas de presión.

15

De acuerdo con todo ello, la piel exterior (1) que está en contacto, directa o indirectamente, con el medio externo, recibe unas cargas de presión lateral y radial provenientes del medio, las cuales se transmiten al resto de la estructura reforzada. La carga de presión lateral es soportada principalmente por la piel exterior (1), mientras que la carga de presión radial es soportada principalmente por la piel interior (2) y las cuadernas (4). Por otro lado, la geometría de espesor variable permite ayudar a mitigar el efecto resultante de las cargas laterales y radiales que puedan implicar flexión.

20

## REIVINDICACIONES

1.- Estructura reforzada para soportar altas presiones caracterizada por que comprende:

- 5
- un cuerpo principal (1,2,3) que está sometido a cargas provenientes de un medio externo y que tiene:
    - o una piel exterior (1) realizada en material compuesto que está en contacto, directa o indirectamente, con el medio externo;
    - 10 o una piel interior (2) realizada en material compuesto que está dispuesta por dentro de la piel exterior (1); y
    - o un material de relleno (3) que está dispuesto entre la piel exterior (1) y la piel
    - 15 interior (2); y
  - unas cuadernas (4) que están dispuestas radialmente por la parte interior del cuerpo principal (1,2,3);

20 en donde el cuerpo principal (1,2,3) tiene una geometría de espesor variable, proyectando el cuerpo principal (1,2,3), entre las cuadernas (4), radialmente hacia el interior de la estructura reforzada.

2.- Estructura reforzada, según la reivindicación 1, caracterizada por que la geometría de espesor variable tiene forma sinusoidal.

25

3.- Estructura reforzada, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el material de relleno (3) tiene un espesor variable a lo largo del cuerpo principal, siendo el espesor del material de relleno (3) que está dispuesto entre

30 cuadernas (4) contiguas mayor que el espesor del material de relleno (3) que está dispuesto en las zonas en las que las cuadernas (4) apoyan en la piel interior (2).

4.- Estructura reforzada, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el material compuesto de la piel exterior (1) es un material compuesto reforzado con fibras.

35

5.- Estructura reforzada, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el material compuesto de la piel interior (2) es un material compuesto reforzado con fibras.

5

6.- Estructura reforzada, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las cuadernas (4) están realizadas en material compuesto reforzado con fibras.

10

7.- Estructura reforzada, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el material compuesto es fibra de carbono o fibra de vidrio curada con resina.

15

8.- Estructura reforzada, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el material de relleno es una espuma estructural de densidad superior a los 200 kg/m<sup>3</sup>.

9.- Vehículo submarino que comprende una estructura reforzada según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

20

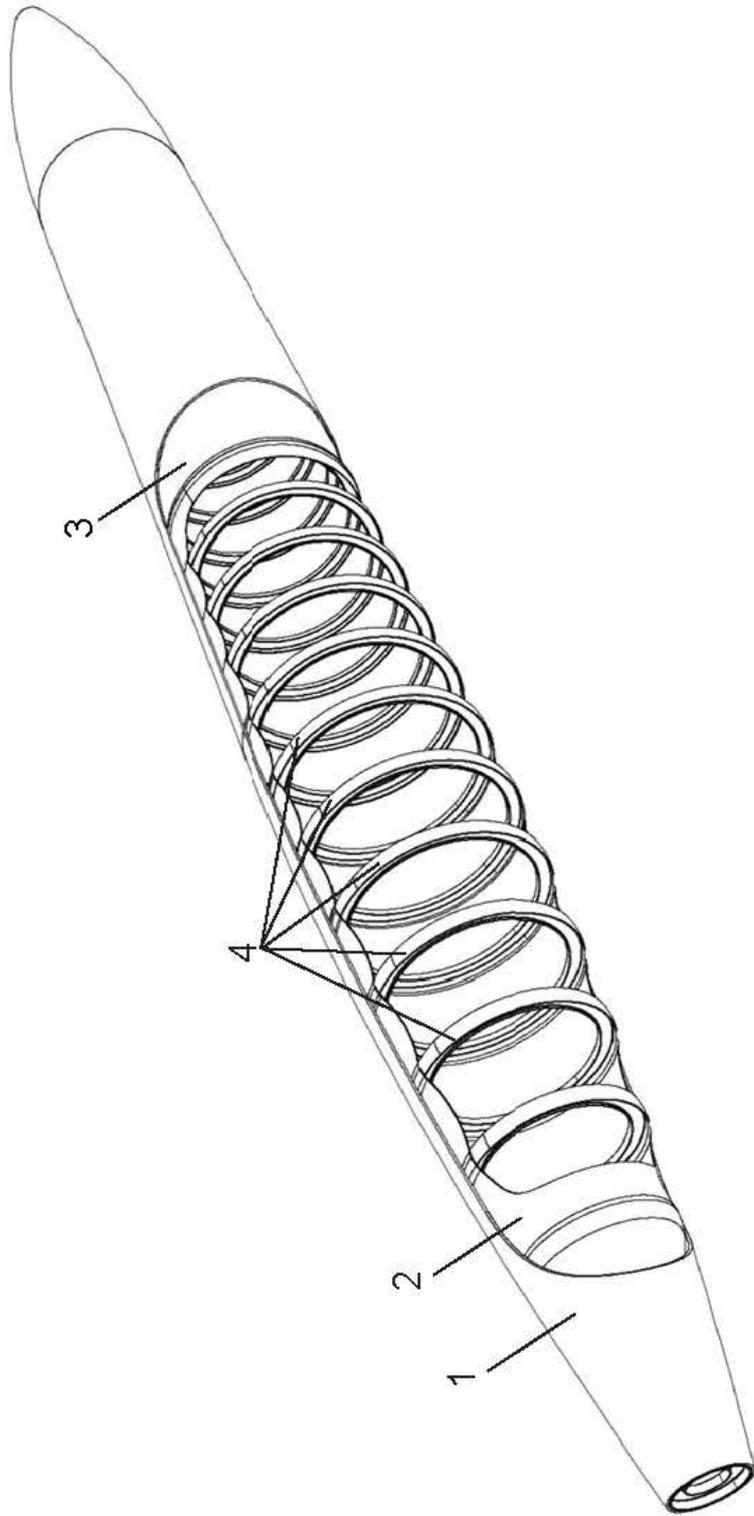


FIG. 1

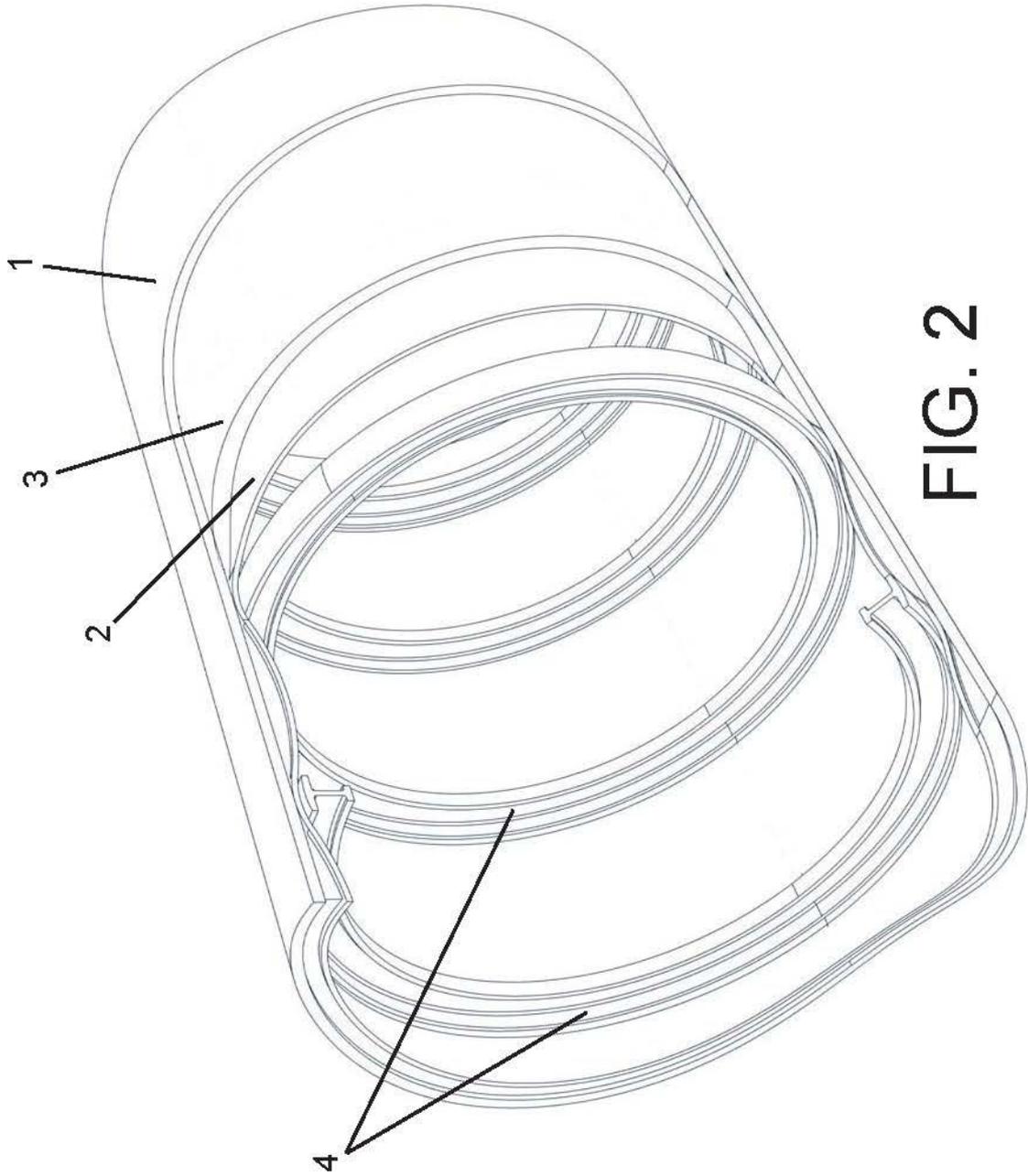


FIG. 2

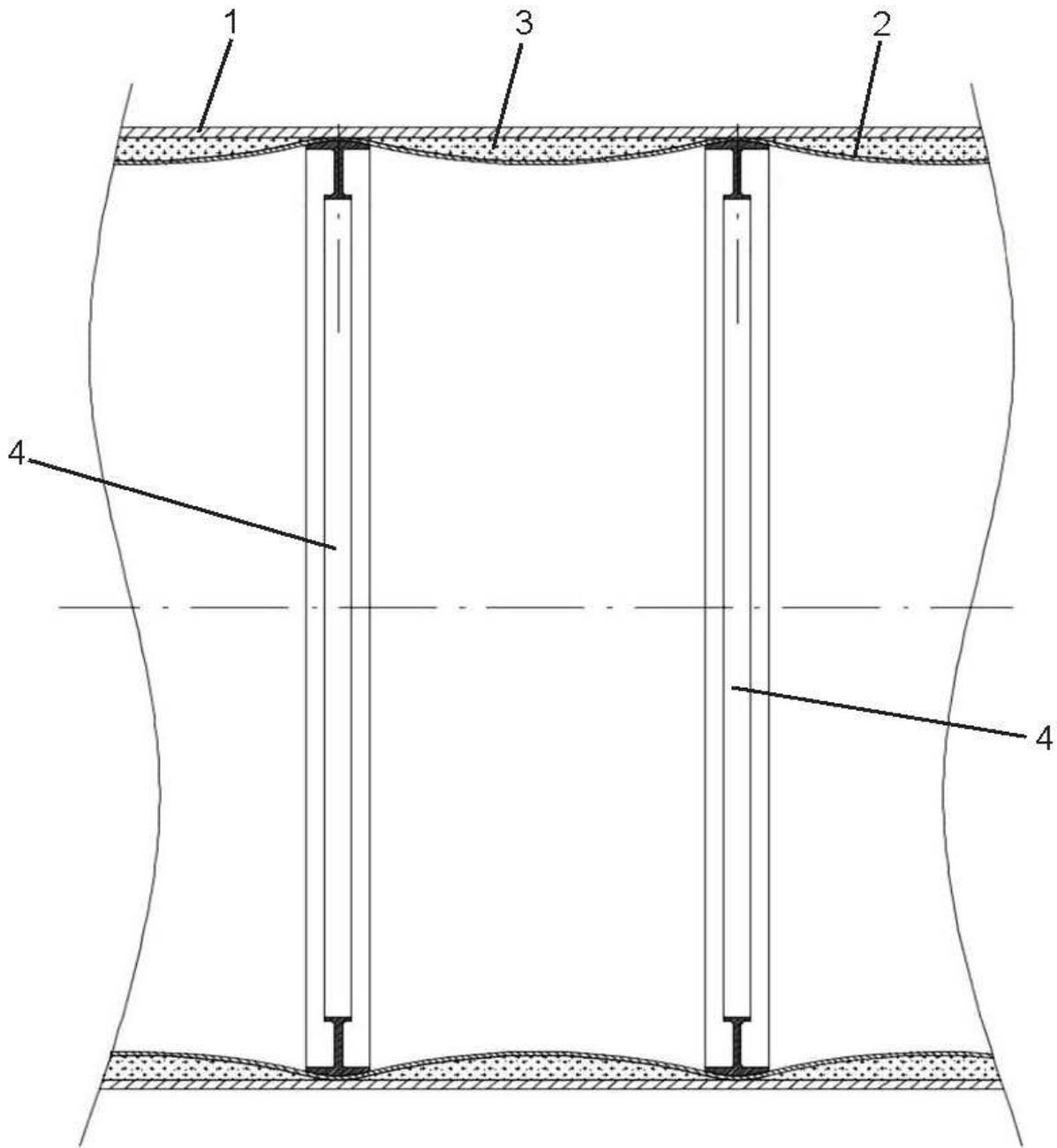


FIG. 3

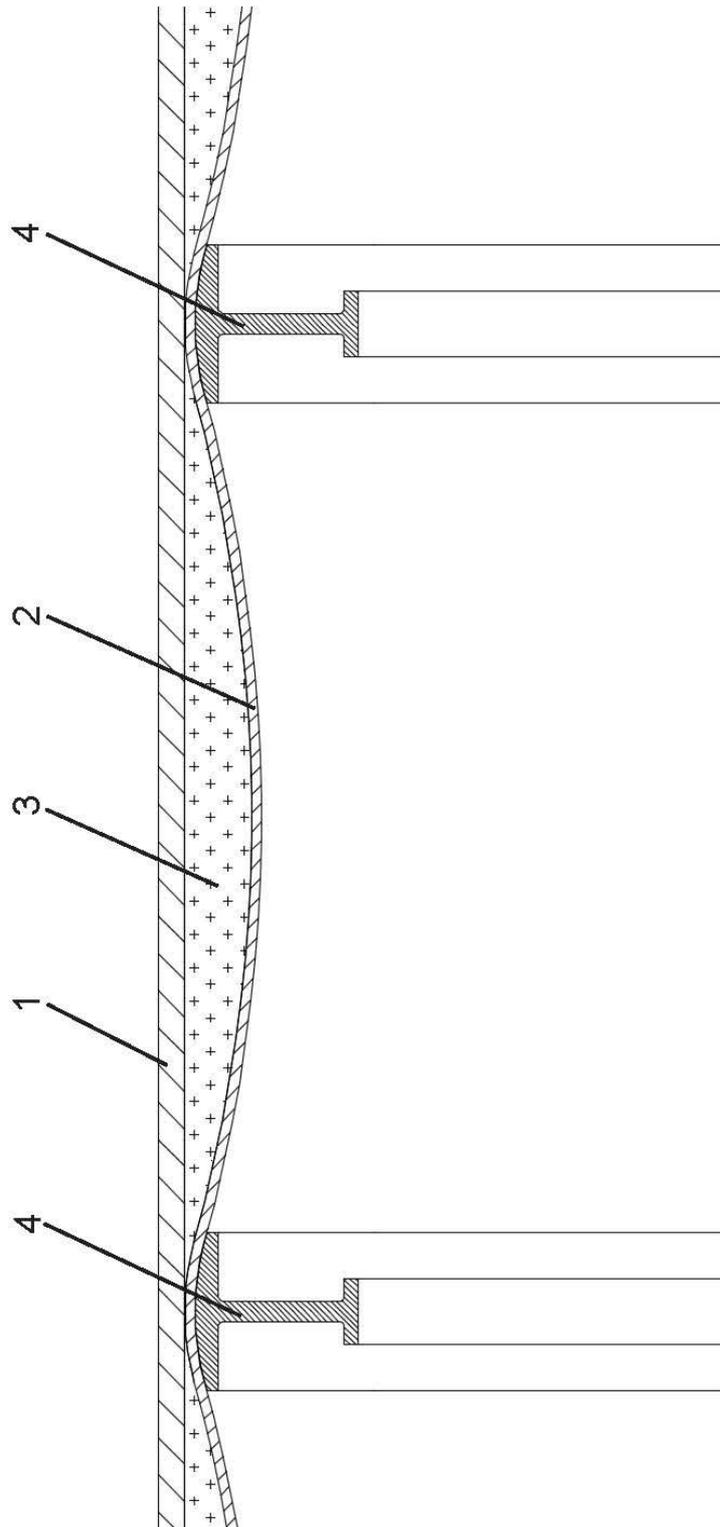


FIG. 4



- ②① N.º solicitud: 201831183  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 05.12.2018  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B63B3/13** (2006.01)  
**B65D88/78** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DE 3046000 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 08/07/1982, Reivindicaciones 1, 2, 4, 8; figuras.	1-9
A	CN 108909935 A (UNIV JIANGSU SCIENCE & TECH) 30/11/2018, Descripción; figuras.	1-9
A	CN 103482014 A (710TH RES INST SHIPBLD IND) 01/01/2014, Descripción; figuras.	1-9
A	CN 106080957 A (NAVAL UNIVERSITY ENG PLA) 09/11/2016, descripción; figuras.	1,2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
11.04.2019

Examinador  
D. Herrera Alados

Página  
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B63B, B65D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC