

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 960 359**

51 Int. Cl.:

E02B 17/04 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2018** **PCT/EP2018/077946**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2019** **WO19073060**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2018** **E 18795310 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2023** **EP 3695056**

54 Título: **Junta**

30 Prioridad:

13.10.2017 DE 102017123935

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.03.2024

73 Titular/es:

ROSEN 2 HOLDING AG (100.0%)
Obere Spichermatt 14
6370 Stans, CH

72 Inventor/es:

LARINK, DIRK;
KRÜMPEL, HANNA y
LINDNER, ALEXANDER

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 960 359 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

Junta

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de sellado para la unión de dos elementos de conexión, en particular configurados como monopilotes y piezas de transición, de una estructura marina, preferentemente de una instalación eólica marina, en particular una subestructura de la misma. Además, la invención se refiere a un método para producir los mismos elementos de conexión.

10 Al instalar turbinas eólicas marinas se utilizan diversos tipos de cimentaciones que soportan la turbina eólica real en la ubicación marina. Los tipos típicos de cimentaciones son chaquetas, trípodes, tetrápodos, monopilotes, cimentaciones pesadas, tripilotes, cimentaciones de cubo o cimentaciones flotantes, cuyos posibles usos dependen de factores como el peso del aerogenerador, la profundidad del agua y las condiciones y naturaleza del fondo marino.

15 En una subestructura monopilote se conecta un tubo de cimentación (monopilote) clavado en el fondo marino a una pieza de transición. Sobre la pieza de transición se puede erigir entonces la turbina eólica. Como estándar, para crear la conexión se coloca la pieza de transición sobre el monopilote y se rellena el espacio anular entre los dos elementos de conexión con mortero de lechada. Alternativa o adicionalmente, los dos elementos de unión se pueden remachar o atornillar, en particular mediante bridas correspondientes.

20 Durante el funcionamiento, el sistema a veces está expuesto a cargas pesadas, por ejemplo al viento y a las olas. Esto provoca que el monopilote y la pieza de transición que lleva la turbina eólica se muevan entre sí. El mortero de lechada convencional tiende a romperse con el tiempo bajo tales cargas, lo que debilita la conexión entre el monopilote y la pieza de transición y provoca un desplazamiento permanente de la estructura que soporta el aerogenerador desde la posición óptima, en particular hasta un descenso o inclinación del sistema. La inclinación de la pieza de transición con respecto al monopilote puede crear espacios entre los dos elementos de unión, de modo que ya no se garantiza el encapsulamiento de este conjunto. Como resultado, el agua de mar puede penetrar en el conjunto y causar daños.

25 El documento EP 2 672 016 A1 muestra un labio de sellado para una conexión de lechada estándar de un pilote hundido en el fondo del mar y una junta, que debe impedir la entrada de agua en el conjunto y la consiguiente eliminación de la lechada. Sin embargo, esto no puede contrarrestar las roturas que se producen debido a las sollicitaciones que se producen durante el funcionamiento, de modo que no se impide un descenso o inclinación de la instalación eólica. Otra junta se conoce por el documento EP 2 594 696 A1.

30 Por lo tanto, la invención se basa en el objetivo de mejorar una conexión entre dos elementos de unión, en particular configurados como monopilotes y piezas de transición, de una estructura marina, preferentemente de una instalación eólica marina, en particular una de sus subestructuras. Además, el objetivo de la invención es proporcionar un método económico y seguro para el proceso de producir los componentes necesarios para mejorar la conexión.

35 Este problema se resuelve mediante un dispositivo de sellado con las características de la reivindicación 1 y un procedimiento para fabricar un dispositivo de sellado con las características de la reivindicación 14. En las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción se pueden encontrar perfeccionamientos ventajosos de la invención.

40 Según la invención, «al menos» una unidad de sellado está fijada en al menos uno de los elementos de conexión de tal manera que la unidad de sellado está dispuesta en una posición de conexión entre una superficie de conexión interior de un elemento de conexión y una superficie de conexión exterior del otro elemento de conexión. En la posición de conexión, un elemento de conexión superior, en particular configurado como pieza de transición, y un elemento de conexión inferior, en particular configurado como monopilote, están insertados entre sí de forma sujeta para el establecimiento de una conexión estable de al menos una unidad de sellado.

45 Los elementos de conexión, que son normalmente al menos parcialmente cilíndricos, presentan cada uno al menos una sección que se extiende de forma cónica, en particular en forma de un tronco de cono hueco, en el que se encuentra al menos parcialmente la respectiva superficie de conexión. La geometría del tronco de cono hueco está definida por el ángulo de apertura del cono, que es preferentemente de 2° a 6°, preferentemente de 3° a 5°, de forma especialmente preferente de 4°.

50 En la posición de conexión, los elementos de conexión están dispuestos preferentemente coaxialmente entre sí, superponiéndose al menos en las respectivas secciones que se extienden de forma cónica. El cono permite transmitir fuerzas (de peso) en dirección axial. Un elemento de conexión «exterior» rodea al otro elemento de conexión «interior», estando enfrentadas una superficie de conexión interior del elemento de conexión exterior y una superficie de conexión exterior del elemento de conexión interior.

55 La «al menos» una unidad de sellado está fijada a «al menos» uno de los elementos de conexión, por ejemplo mediante pegado o adherencia. Cuando se utilizan múltiples unidades de sellado, se puede fijar una unidad de sellado a un elemento de conexión, mientras que otra unidad de sellado se puede fijar al otro elemento de conexión.

60 En particular, si se utiliza una unidad de sellado de varias piezas, cuyas piezas pesan preferiblemente como máximo 50 kg, estas piezas individuales se pueden fundir por separado, transportarse al elemento de unión, pegarse allí individualmente y ensamblarse para formar la unidad de sellado. Las piezas individuales de la unidad de sellado se pueden unir de forma segura entre sí mediante machihembrado u otros sistemas de unión y/o, en caso necesario, además de o como alternativa a una unión adhesiva con uno de los elementos de unión.

65 Dependiendo de las necesidades de las fuerzas a absorber, estos sistemas de unión machihembrados u otros sistemas de unión con sus piezas de unión que absorben fuerzas pueden estar fabricados preferentemente de

poliuretano o también de varios materiales, entre ellos en particular piezas de acero fundido. Para formar un sistema de unión, las piezas individuales de la unidad de sellado también pueden estar diseñadas de forma que se puedan unir magnéticamente entre sí. Para ello, preferentemente se funden imanes permanentes en las piezas de la unidad de sellado. Estos pueden atraer piezas opuestas que son magnéticas o magnetizables en piezas adyacentes de la

unidad de sellado. Además, uno o varios imanes dispuestos en las piezas también pueden posibilitar un posicionamiento inicial sobre el elemento de conexión, normalmente de acero, lo que resulta especialmente ventajoso en el caso de uniones adhesivas.

La «al menos» una unidad de sellado está dispuesta entre los elementos de conexión y allí se sujeta en particular mediante el peso del elemento de conexión superior, transmitiendo fuerzas, por ejemplo, el peso del elemento de conexión superior, al elemento de conexión inferior.

Además, la «al menos» una unidad de sellado está configurada de forma resistente, de modo que separa los elementos de conexión entre sí y soporta el elemento de conexión superior. Entre la unidad de sellado y la superficie de conexión del elemento de conexión, a la que no está fijada la unidad de sellado, existe una conexión por fricción, por lo que se establece una conexión estable entre los elementos de conexión.

De este modo se mejora la unión entre los dos elementos de unión sin el uso de mortero y/o remaches o tornillos. Un dispositivo de sellado de este tipo absorbe las cargas que se producen debido a un movimiento relativo entre los dos elementos de conexión sin sufrir roturas por fatiga, sino que tiene un efecto amortiguador y permite así una conexión estable, duradera y fácil de fabricar y montar.

Mediante la unión de los elementos de conexión basándose en el dispositivo de sellado se pueden eliminar costuras de soldadura, desviaciones entre partes de los elementos de conexión soldadas entre sí o desviaciones de los elementos de conexión con respecto a la forma deseada, por ejemplo, formas de óvalo. Además, el montaje rápido y sencillo significa que ya no es necesario el trabajo manual en la zona de la conexión. De este modo, la unión mediante la inserción de los elementos de unión entre sí se puede realizar bajo el agua para el montaje de la estructura sin la habitual y costosa utilización de personal de buceo.

Al menos una unidad de sellado presenta al menos un elemento de sellado elástico que se extiende completamente en dirección circunferencial. El elemento de sellado está diseñado para extenderse sobre toda la circunferencia del espacio anular existente entre los elementos de conexión. El espesor del elemento de sellado aumenta en comparación con el espesor de una zona adyacente de la unidad de sellado, de modo que el elemento de sellado sobresale del resto de la unidad de sellado. El espesor se define como las dimensiones exteriores perpendiculares a la superficie de conexión adyacente. Dicho de otro modo, el elemento de sellado sobresale del resto de la unidad de sellado.

Además, el elemento de sellado está configurado elásticamente, de modo que en caso de un movimiento relativo de los elementos de conexión entre sí ejerce una fuerza de presión suficiente sobre una superficie de conexión opuesta y el conjunto permanece encapsulado. Esto significa que el agua de mar nociva o la humedad no pueden entrar, lo que hace que dicha conexión sea aún más duradera.

El elemento de sellado está dispuesto preferentemente en la proximidad inmediata de una cara frontal del elemento de conexión exterior. Por ejemplo, el elemento de sellado para un dispositivo de sellado para una subestructura monopilote está dispuesto en el extremo inferior del dispositivo de sellado, de modo que casi todo el dispositivo de sellado está encapsulado.

El elemento de sellado está configurado especialmente en forma de un labio de sellado que se extiende por todo el perímetro. Sin embargo, también son concebibles otras variantes de sellado. Por ejemplo, el elemento de sellado también puede estar configurado en forma de una junta laberíntica, cuyos elementos conformados individuales no se extienden por todo el perímetro, pero en la que se garantiza, no obstante, un sellado completo de la conexión.

Preferiblemente, la «al menos» una unidad de sellado tiene un espesor de 5 mm a 75 mm, preferiblemente de 20 mm a 50 mm, de manera especialmente preferida de 25 mm a 30 mm.

Con estos espesores, la unidad de sellado puede absorber cargas particularmente bien y cubre los tamaños futuros esperados de los elementos de conexión con diámetros de hasta 8 m. Aquí, el elemento de sellado generalmente tiene un espesor que es del 50% al 100% mayor que el espesor del área de la unidad de sellado adyacente.

En una forma de realización preferida de la invención, la «al menos» una unidad de sellado está configurada en varias capas. En particular, pueden estar previstas capas con diferentes propiedades o de diferentes materiales. Por ejemplo, según el lugar se pueden conseguir geometrías de capa adecuadas con propiedades óptimas que mejoren la absorción de cargas.

De manera especialmente preferida uno o varios elementos de sellado presentan una mayor elasticidad que la unidad de sellado restante. En particular, el elemento de sellado puede estar dispuesto como una capa que comprende un material elástico sobre una capa menos o apenas elástica y así se puede proporcionar la propiedad de sellado con un espesor reducido de la unidad de sellado en esta zona, lo que ahorra material y reduce los costes de fabricación.

En otra configuración de la invención, la «al menos» una unidad de sellado está configurada de forma resistente a la hidrólisis. Esto garantiza la durabilidad a largo plazo de la disposición del sellado durante el funcionamiento en una ubicación marina.

Preferiblemente, la «al menos» una unidad de sellado se compone de uno o más materiales sintéticos, ya que estos son resistentes a la corrosión y de fabricación económica. En este caso se pueden utilizar elastómeros, termoplásticos, en particular con adición de plastificantes, y/o termoestables. De manera especialmente preferida, la «al menos» una unidad de sellado comprende uno o más materiales del grupo polipropileno, polietileno, polioximetileno, caucho, nailon, cloruro de polivinilo, poliurea, poliuretano, entre los que también se incluyen espumas de los materiales anteriores.

De manera especialmente preferida, la «al menos» una unidad de sellado se compone de poliuretano estable a la hidrólisis, en particular un poliuretano a base de un poliéter poliol y un isocianato de metilendifenilo (MDI).

El poliuretano es resistente al agua salada, fácil de fabricar y extremadamente resistente a la abrasión, por lo que es especialmente adecuado para su funcionamiento en el mar.

5 En una forma de realización especialmente preferida de la invención, una primera capa está hecha de un poliuretano, en particular de espuma de poliuretano, y esta primera capa, eventualmente unida con el elemento de unión a través de una imprimación, está revestida al menos parcialmente con otra capa de poliuretano sin espuma. La unidad de sellado también puede fabricarse a partir de una espuma de poliuretano y formarse sobre o adyacente al menos a una de las dos capas.

10 En otra realización de la invención, la «al menos» una unidad de sellado comprende hasta un 50% de uno o más rellenos, preferiblemente en forma de CaCO_3 (hasta preferiblemente un 33%), wollastonita (como harina, por ejemplo, TREMIN 283-800 AST con un D98 de 12 mm hasta preferiblemente 25%), grafito y/o hollín (cada uno hasta preferiblemente 15%). Mediante la adición de estos rellenos especialmente económicas se consigue una fabricación más económica del dispositivo de sellado.

15 Según una forma de realización especialmente preferida de la invención está previsto que la «al menos» una unidad de sellado se adhiera a la superficie de unión de al menos uno de los elementos de unión mediante un agente adherente. Esto conduce a una unión especialmente fuerte entre la unidad de sellado y el elemento de unión con una alta fuerza adhesiva, lo que aumenta la durabilidad del dispositivo de sellado.

20 Ventajosamente, la «al menos» una unidad de sellado, excluyendo el elemento de sellado, tiene una dureza *Shore A* entre 70 y 100 o una dureza *Shore D* de 20 a 80. Una unidad de sellado con estos grados de dureza puede soportar permanentemente el elemento de conexión superior.

De manera especialmente preferida, el «al menos» un elemento de sellado presenta una dureza *Shore A* entre 40 y 100, preferiblemente entre 40 y 90, de manera particularmente preferida entre 40 y menos de 70. Con estos grados de dureza, el elemento de sellado está diseñado para ser suficientemente elástico para que se consiga una buena estanqueidad o encapsulación del conjunto.

25 Según otra forma de realización preferida de la invención está previsto que la «al menos» una unidad de sellado esté diseñada para soportar una carga de presión de 0,1 N/mm² a 50 N/mm². Una configuración de este tipo garantiza que la unidad de sellado siga siendo utilizable permanentemente bajo carga durante el funcionamiento de una instalación eólica marina.

30 La «al menos» una unidad de sellado puede estar configurada como un anillo, un cilindro hueco, un tronco de cono hueco o combinaciones de los mismos. Además, la «al menos» una unidad de sellado puede formar un segmento de un anillo, un cilindro hueco o un tronco de cono hueco.

El anillo, el cilindro hueco y el tronco de cono hueco son cuerpos moldeados, en los que por su simetría de rotación se define un eje central excelente, estando encerrado el eje central por el cuerpo moldeado respectivo. La altura de la unidad de sellado está definida por las dimensiones externas paralelas a su eje central. El diámetro interior de la unidad de sellado está definido por las dimensiones interiores de la unidad de sellado en un plano de sección que discurre perpendicular al eje central. El diámetro exterior de la unidad de sellado está definido por las dimensiones externas de la unidad de sellado en un plano de sección que discurre perpendicular al eje central. El eje central y el diámetro interior y exterior de una unidad de sellado configurada como segmento de un cuerpo moldeado están definidos por el cuerpo moldeado cuyo segmento forman.

40 En particular, la «al menos» una unidad de sellado tiene una altura de al menos 1 m y un diámetro de al menos 2,5 m. De este modo la unidad de sellado es suficientemente resiliente y especialmente fácil de manejar. De manera especialmente preferida, un grupo de unidades de sellado formado por varias unidades de sellado, en particular separadas paralelamente a su altura, tiene una altura total de hasta 30 m. Un grupo de unidades de sellado de esta altura total puede estar formado en particular por varias, preferentemente unidades de sellado anulares, que preferentemente están distanciadas entre sí y/o provistas de escotaduras. De esta manera se pueden realizar posteriormente trabajos de soldadura en el elemento de conexión en las zonas libres de juntas, por ejemplo, para fijar escaleras o similares.

50 Preferiblemente, la unidad de sellado está diseñada de tal manera que se apoya de forma ajustada al menos parcialmente, en particular completamente, sobre la superficie de conexión del elemento de conexión al que está fijada. En particular, la unidad de sellado está configurada además de tal manera que en una posición de conexión se apoya al menos parcialmente, preferentemente completamente, de forma ajustada sobre la superficie de conexión del elemento de conexión en el que no está fijada. El ajuste positivo sirve para distribuir las cargas sobre una superficie lo más grande posible y, en particular, para evitar cargas puntuales, con lo que se consigue una unión estable y la unidad de sellado es más duradera. De manera especialmente preferida, la «al menos» una unidad de sellado está adaptada a la geometría de al menos un elemento de conexión, de modo que al menos parcialmente, preferiblemente en su totalidad, está configurada como un tronco de cono hueco, cuyo ángulo de apertura de cono es preferiblemente de 2° a 6°, preferiblemente 3° a 5°, de manera particularmente preferida 4°.

60 En una forma de realización preferida de la invención, la «al menos» una unidad de sellado se compone de varios segmentos de sellado dispuestos uno al lado del otro. Los segmentos de sellado se pueden separar de cualquier manera, discurriendo especialmente una «línea de separación» en dirección circunferencial y/o a lo largo de la altura de la unidad de sellado. Preferiblemente, los segmentos de sellado están diseñados para una unión estanca sellada por forma y/o por fuerza al menos en la zona de «al menos» una unidad de sellado.

65 En una forma de realización especialmente preferida de la invención, el dispositivo de sellado comprende al menos dos unidades de sellado distanciadas entre sí. Las unidades de sellado pueden estar espaciadas en una dirección paralela al eje central longitudinal del elemento de conexión al que están unidas. De este modo, por un lado se

puede conseguir una ampliación espacial de la unidad de sellado en la superficie de unión necesaria para la estabilidad de la unión y además se puede ahorrar material, con lo que el dispositivo de sellado se puede fabricar de forma más económica. y ensamblado con menos esfuerzo.

Además, las unidades de sellado pueden estar separadas entre sí en dirección circunferencial con respecto al eje central longitudinal del elemento de conexión al que están fijadas. En zonas alejadas del elemento de sellado, donde ya no es necesario encapsular el conjunto, se puede ahorrar material, lo que significa que el dispositivo de sellado se puede fabricar y montar de forma más económica.

En otra forma de realización preferida de la invención, la «al menos» una unidad de sellado presenta en dirección circunferencial al menos una escotadura en al menos un tramo de altura. Esto significa que se puede ahorrar material incluso con una unidad de sellado coherente que establezca especialmente bien la conexión. Además, posteriormente se pueden realizar trabajos de soldadura en el elemento de conexión en zonas sin juntas, por ejemplo, para fijar escaleras o similares. En particular, una unidad de sellado configurada como cilindro hueco y/o como tronco de cono alto está cerrada circunferencialmente en una zona de altura superior e inferior y presenta al menos una escotadura entre las zonas de altura superior e inferior en dirección circunferencial. De manera especialmente preferente una unidad de sellado configurada como cilindro hueco y/o tronco de cono hueco, que en una zona inferior, en particular en la zona de la unidad de sellado, está configurada para discurrir circunferencialmente, presenta en la dirección periférica al menos una escotadura en el área restante en la dirección circunferencial.

Ventajosamente, el dispositivo de sellado comprende un dispositivo sensor para registrar las fuerzas mecánicas que se producen en el dispositivo de sellado. De este modo se pueden registrar las cargas que predominan durante el funcionamiento y controlar el funcionamiento del dispositivo de sellado, de modo que en caso de fallo se puedan tomar medidas inmediatamente antes de que se produzcan daños importantes. El sensor también permite controlar el estado de otras partes de la turbina eólica, por ejemplo, registrando vibraciones/deformaciones características, lo que significa que se pueden tomar medidas para evitar daños.

En otra configuración según la invención está prevista, opcionalmente, otra disposición de sensores, que está dispuesta en al menos una parte de la unidad de sellado, preferiblemente de varias piezas, y controla el posicionamiento de al menos uno de los elementos de conexión. Se trata preferentemente de una disposición de sensores que, cuando se alcanza una presión determinada, característica de una disposición de los elementos de conexión uno dentro de otro, emite una señal correspondiente, en particular a una unidad de vigilancia. Una disposición de sensores de este tipo puede servir también para controlar a largo plazo el ajuste correcto de los elementos de conexión entre sí. Si, por ejemplo, los elementos de conexión están inclinados entre sí, la disposición de sensores puede emitir una señal correspondiente, que puede transmitirse a través de medios de comunicación asociados a una unidad de vigilancia o emitirse en caso necesario o en caso de solicitarse.

Ventajosamente, la «al menos» una unidad de sellado está diseñada de forma autoportante, lo que mejora su operación y evita daños debidos a un almacenamiento no adecuado.

De manera especialmente preferida, al menos una unidad de sellado forma en una zona extrema una superficie de cubierta que se extiende en dirección radial y, por tanto, transversalmente al eje central de la unidad de sellado y que está diseñada especialmente para transmitir fuerzas de peso, de modo que la unión se estabilice.

Una ventaja especial del dispositivo de sellado según la invención es que se minimiza el trabajo necesario para establecer la conexión en el lugar marino, ya que, por ejemplo, en el caso de una subestructura monopilote, la unidad de sellado ya puede estar fijada en tierra firme en la pieza de transición. En el lugar marino, donde las condiciones de trabajo son menos favorables que en tierra, sólo queda unir la pieza de transición y el monopilote. El dispositivo de sellado según la invención se describió anteriormente mediante el ejemplo de la unión de un monopilote y una pieza de transición, pero sus posibilidades de uso no se limitan ahí.

Más bien, la disposición de estanqueidad según la invención se puede utilizar para mejorar otras conexiones de estructuras marinas, especialmente en el ámbito de las instalaciones eólicas marinas. Esto incluye las conexiones de una pieza de transición y una o más estructuras de pilotes de los siguientes tipos de cimentaciones: chaquetas, trípodes, tetrápodos, cimentaciones por gravedad, trípiles, cimentaciones de cubo o cimentaciones flotantes. Además, el dispositivo de sellado según la invención también se puede utilizar en conexiones en el ámbito de sistemas de transmisión de corriente continua de alto voltaje marinos.

Además, el dispositivo de sellado según la invención también se puede utilizar durante la construcción de la turbina eólica real para proporcionar una conexión mejorada entre secciones individuales de torre tubular.

Según lo ya descrito y lo que se describe más adelante, el objetivo planteado al principio también se consigue mediante un procedimiento para fabricar un dispositivo de sellado según la invención para una unión de dos elementos de unión, en particular diseñada como monopilote y pieza de transición, de una estructura marina, preferiblemente una turbina eólica marina, en particular una subestructura de la misma, resuelta, en la que se vierte una lechada sobre una superficie de conexión de un elemento de conexión y se endurece para formar al menos una unidad de sellado.

Con esta solución se consigue un ajuste positivo óptimo de la unidad de sellado con el elemento de conexión, con lo que se evitan cargas puntuales en una posición de conexión, lo que aumenta la vida útil del dispositivo de sellado. En particular con «verter» se entiende que la lechada fluye sobre la superficie de unión o sale por una abertura al menos esencialmente por gravedad. En particular, mediante un proceso de vertido de este tipo se puede fabricar en poco tiempo un dispositivo de sellado. La lechada se aplica o vierte preferiblemente con una velocidad de 15 kg/min a 30 kg/min, preferiblemente de 18 kg/min a 22 kg/min, con lo que se puede producir un dispositivo de sellado más rápidamente que en un proceso de pulverización.

Por ejemplo, está previsto que la lechada se moldee en la zona de la superficie de unión de un elemento de unión y se endurezca para formar al menos un elemento de sellado. El área de la superficie de conexión incluye la propia superficie de conexión y/o una o más capas de la lechada que ya se han aplicado a la superficie de conexión, que están endurecidas o no endurecidas y a las que se aplica la lechada para formar el elemento de sellado. Además de un ajuste positivo óptimo se consigue una estanqueidad óptima entre el elemento de sellado y la zona de la superficie de conexión, por lo que el encapsulado es sostenido por el elemento de sellado en una posición de conexión.

Las propiedades del material de la lechada que contiene uno o más materiales de partida se pueden modificar durante la producción de al menos una unidad de sellado añadiendo al menos otro material de partida y/o variando la proporción cuantitativa de los materiales de partida. De este modo se pueden generar de forma eficiente las geometrías de capa deseadas con propiedades optimizadas en función del lugar de aplicación y, de este modo, se puede mejorar, por ejemplo, la resistencia del dispositivo de sellado.

Por ejemplo, las propiedades del material de la lechada se modifican «en línea», es decir, durante el proceso en curso, lo que reduce la duración del proceso. Además, las fracciones de la lechada con diferentes propiedades materiales se pueden unir entre sí de manera óptima mediante unión material, con lo que el dispositivo de sellado se vuelve más robusto y se puede establecer una mejor unión.

La lechada puede colarse mediante un dispositivo de vertido con al menos una abertura de vertido. En particular, la abertura de vertido puede tener forma de ranura. Esto significa que la lechada se puede aplicar con mayor precisión y, por lo tanto, se puede lograr exactamente la geometría deseada del dispositivo de sellado. En particular, «verter» en este sentido significa que la lechada sale por la abertura de vertido esencialmente por gravedad.

Además, la lechada se puede aplicar sobre la superficie de unión en al menos dos fracciones separadas espacialmente. En particular, el dispositivo de vertido puede presentar varias aberturas de vertido, que aplican simultáneamente la lechada en fracciones espacialmente separadas. Esto reduce el tiempo requerido para realizar el proceso y hace que el proceso sea más eficiente, reduciendo el coste de un dispositivo de sellado.

A modo de ejemplo está previsto que la lechada comprenda al menos dos materiales de partida, que antes del vertido se mezclan entre sí en una antecámara del dispositivo de vertido. De este modo se consigue una homogeneidad especialmente alta de la lechada, con lo que se pueden ajustar de forma óptima las propiedades deseadas del material.

En particular, los «al menos» dos materiales de partida pueden reaccionar entre sí en la antecámara del dispositivo de vertido. Cuando se utiliza poliuretano como lechada se produce, por ejemplo, una reacción, en la que en fase líquida se mezclan poliol e isocianato, dado el caso con un reticulante, y después de un tiempo determinado se endurecen para formar poliuretano. La velocidad de endurecimiento puede verse influenciada añadiendo un catalizador y/o inhibidor. Por ejemplo, los componentes mencionados anteriormente se mezclan en una antecámara del dispositivo de vertido en una proporción óptima para su aplicación y luego se aplican como lechada, lo que hace que el proceso sea especialmente fiable.

Por ejemplo, está previsto además que la lechada comprenda al menos un material de partida termoplástico, que se calienta en una antecámara del dispositivo de vertido para alcanzar un estado moldeable. De este modo, la temperatura de la lechada que contiene al menos un material de partida termoplástico se puede controlar directamente antes de la aplicación y, en particular, se puede ajustar para una aplicación óptima.

El elemento de conexión se puede montar de forma giratoria alrededor de su eje central longitudinal y la lechada se puede verter sobre una superficie de conexión del elemento de conexión giratorio. En particular, el eje central longitudinal está acodado con respecto a una horizontal. Este es el caso cuando la lechada se vierte sobre la superficie de unión en una sección cónica del elemento de unión. El ángulo entre el eje central longitudinal y la horizontal corresponde aproximadamente a la mitad del ángulo de apertura cónica del tramo cónico del elemento de conexión, de modo que la superficie del tramo cónico del elemento de conexión se encuentra perpendicularmente por debajo del eje central longitudinal orientado en una dirección para la aplicación de la lechada.

La aplicación de la lechada sobre la superficie de unión del elemento de unión giratorio se continúa, por ejemplo, al menos hasta que la lechada se haya aplicado al menos una vez por completo sobre la superficie de unión. Esto significa que la lechada se puede aplicar en poco tiempo sobre una gran parte de la superficie de conexión. Con espesores de capa de 3 cm, la aplicación de la lechada se puede completar con como máximo dos vueltas del elemento de unión respecto a una abertura de vertido correspondiente, con lo que se puede generar un dispositivo de sellado especialmente más rápidamente que en el caso de un proceso de pulverización.

Además, después de aplicar la lechada, el giro del elemento de unión puede continuar hasta que la lechada se haya endurecido suficientemente. La lechada se ha endurecido lo suficiente cuando ya no fluye. Esto permite una aplicación especialmente uniforme y simétrica de la lechada, lo que conduce a la carga uniforme deseada en el dispositivo de sellado terminada.

En otro ejemplo de realización está previsto que durante el vertido la abertura de lechada y/o el elemento de conexión giratorio se muevan entre sí en una dirección perpendicular a la dirección circunferencial, de modo que la lechada se aplique sobre una superficie mayor del elemento de conexión. La distancia entre la abertura de vertido y la superficie de unión es especialmente constante durante la aplicación de una capa. La abertura de vertido realiza un movimiento en espiral con respecto a la superficie de unión, con lo que se consigue una aplicación de la lechada especialmente uniforme, de gran superficie y rápida.

Alternativamente, puede estar previsto que el elemento de conexión esté montado de forma giratoria alrededor de un eje central longitudinal del elemento de conexión, que en particular está inclinado con respecto a una horizontal, se aplica la lechada sobre una superficie de conexión del elemento de conexión, el elemento de conexión se gira al

menos una vez a una posición que corresponde a una rotación de un tercio de revolución o corresponde a menos de un tercio de revolución, y se aplica de nuevo la lechada a la superficie de conexión del elemento de conexión.

En este caso también es posible prever un movimiento adicional especial del dispositivo de vertido durante la aplicación de la lechada en la dirección circunferencial del elemento de unión. El radio de movimiento debe limitarse a una zona del elemento de conexión que se encuentre en la parte inferior con respecto a la gravedad para poder realizar el proceso de vertido. Además, puede estar previsto que la abertura de vertido realice un movimiento en zigzag o serpenteante con respecto a la superficie de unión, lo que también da lugar a una aplicación especialmente uniforme, de gran superficie y rápida de la lechada.

A modo de ejemplo está previsto que la lechada se aplique en un espesor de capa de 5 mm a 75 mm, preferentemente de 20 mm a 50 mm, de forma especialmente preferente de 25 mm a 30 mm. En caso de aplicación de varias capas, se pueden aplicar capas individuales con espesores de capa más pequeños. Con tales espesores de capa, el material aplicado no puede desplazarse ni fluir desfavorablemente, por lo que el proceso es más fiable.

Para registrar fuerzas mecánicas se puede instalar un dispositivo sensor, en particular integrado en la lechada. De este modo se pueden registrar las cargas que predominan durante el funcionamiento y controlar el funcionamiento del dispositivo de sellado.

Además, puede estar previsto que la superficie de unión del elemento de unión se acondicione previamente mediante un agente adherente (imprimación) antes de aplicar la lechada. El acondicionamiento previo incluye la aplicación del agente adherente, en particular mediante el dispositivo de vertido, y el secado y/o dejar seco el agente adherente. Esto conduce a una mayor adherencia entre la lechada y el elemento de unión, de modo que la lechada no puede desplazarse ni fluir negativamente.

La aplicación de la lechada y, en particular, el preacondicionamiento mediante un agente adhesivo puede ir precedida de un tratamiento previo de la superficie de unión del elemento de unión. Este pretratamiento incluye, por ejemplo, uno o más de los siguientes pasos:

- Limpiar, especialmente desengrasar la superficie de conexión,
- Arenar también la superficie de conexión,
- Limpieza posterior de la superficie de conexión, especialmente eliminando el polvo.

De este modo se eliminan depósitos como suciedad u óxido y se suavizan las irregularidades, lo que permite una aplicación y adherencia especialmente uniforme de la lechada.

Un método para realizar una conexión entre dos elementos de conexión de una estructura marina, en particular una instalación eólica marina, preferiblemente una subestructura de la misma que comprende dos elementos de conexión configurados como monopilote y pieza de transición, puede comprender los siguientes pasos:

- A. Proporcionar un elemento de conexión que tiene una superficie de conexión,
- B. Realizar un dispositivo de sellado en la superficie de conexión del elemento de conexión según la reivindicación 14,

- C. Inserción de apriete de un elemento de conexión y del otro elemento de conexión.

Otras ventajas y detalles se pueden encontrar en la siguiente descripción de las figuras.

Las figuras muestran esquemáticamente:

La Figura 1 una vista en sección de un objeto según la invención en posición de conexión con dos vistas ampliadas de detalle,

La Figura 2 una vista de sección de otro objeto de acuerdo con la invención con dos vistas ampliadas de detalle,

La Figura 3 una vista de sección de la unidad de sellado de la Figura 2 con dos vistas ampliadas de detalle

La Figura 4 una vista en sección de otro objeto según la invención con dos vistas detalladas ampliadas,

La Figura 5, una vista en sección de la unidad de sellado de la Figura 4, con dos vistas detalladas ampliadas,

La Figura 6 una vista de sección de otro objeto de acuerdo con la invención con dos vistas de detalle ampliadas

La Figura 7 muestra una vista en sección de las unidades de sellado de la figura 6, con dos vistas detalladas ampliadas,

La Figura 8 otro objeto de acuerdo con la invención en una vista transparente

La Figura 9 una vista de sección no transparente del objeto de la Figura 8

La Figura 10 un diagrama de flujo del proceso según la invención.

Las piezas que tienen un efecto igual o similar se suministran con números de referencia idénticos, si procede.

La Figura 1 muestra un dispositivo de sellado 2 según la invención en posición de conexión. Un elemento de conexión superior 4 y un elemento de conexión inferior 6 están insertados uno dentro del otro, estando superpuestos el tramo 4a que se extiende de forma cónica del elemento de conexión superior 4 y el tramo 6a de extensión cónica del elemento de conexión inferior 6. Como se puede ver especialmente en la vista ampliada B (detalle B), los elementos de conexión 4, 6 están insertados entre sí, estando sujeta una unidad de sellado 8 entre ellos.

El elemento de conexión superior 4 encierra en una zona inferior una zona superior del elemento de conexión inferior 6 y representa así el elemento de conexión exterior, mientras que el elemento de conexión inferior 6 debe considerarse como elemento de conexión interior.

La unidad de sellado 8 está dispuesta entre una superficie de conexión interior 10 del elemento de conexión superior 4 y una superficie de conexión exterior 12 del elemento de conexión inferior 6, distancia los elementos de conexión 4, 6 entre sí y transmite fuerzas entre los elementos de conexión 4, 6, por ejemplo, el peso del elemento de conexión superior 4 sobre el elemento de conexión inferior 6.

En este sentido, la unidad de sellado 8 soporta el elemento de conexión superior 4.

La unidad de sellado 8 está realizada además en forma de cono hueco, que está adaptado a la geometría de los elementos de conexión 4, 6. Para ello, las secciones 4a, 6a que se extienden de forma cónica de los elementos de conexión 4, 6 y la unidad de sellado 8 pueden estar descritas por un mismo ángulo de apertura del

cono α , que está definido por la inclinación de la carcasa del cono con respecto a una vertical. V (ver vista ampliada B (detalle B)). En los ejemplos mostrados aquí, el ángulo de apertura del cono α es de 4° . El ángulo de inclinación del escudo cónico respecto a la vertical, claramente visible en la vista ampliada B, corresponde a la mitad del ángulo de apertura del cono α y es de 2° . Además, la simetría rotacional del cuerpo hueco de forma cónica define un eje central Z para la unidad de sellado 8.

La unidad de sellado 8 tiene un elemento de sellado elástico 14 que se extiende completamente en dirección circunferencial. El espesor D del elemento de sellado 14 aumenta en comparación con el espesor D' de una zona de unidad de sellado adyacente, como se puede ver en la figura 3, vista ampliada C (detalle C). El elemento de sellado 14, que sobresale del resto de la unidad de sellado 8, ejerce una fuerza de compresión sobre una superficie de conexión opuesta, que en los ejemplos mostrados aquí es la superficie de conexión exterior 12 del elemento de conexión inferior 6. En caso de un movimiento relativo de los elementos de conexión 4, 6 entre sí, el conjunto permanece encapsulado, de modo que no pueda entrar agua de mar nociva y/o humedad.

La figura 2 muestra un dispositivo de sellado 2, en la que la unidad de sellado 8 está fijada mediante el elemento de conexión superior 4 en la sección 4a que se extiende de forma cónica en la superficie de conexión interior 10. Para establecer la conexión, el elemento de conexión superior 4 que comprende la unidad de sellado 8 se coloca sobre un elemento de conexión inferior 6 o se baja sobre el elemento de conexión inferior 6 hasta que se crea una conexión de apriete. Se puede ver que la unidad de sellado 8 se puede fijar alternativamente al elemento de conexión inferior 6 en la sección cónica 6a en la superficie de conexión exterior 12 antes de realizar la conexión.

La figura 3 muestra la unidad de sellado 8 de la figura 2.

La unidad de sellado 8 está configurada en forma de tronco de cono hueco y presenta varias escotaduras 16 en un tramo de altura 15 en dirección circunferencial entre un tramo de altura superior 17 cerrado circunferencialmente y un tramo de altura 19 inferior cerrado circunferencialmente, lo que ahorra material. Además, la altura H de la unidad de sellado 8 se muestra como una dimensión externa de la unidad de sellado 8 medida paralela al eje central Z.

La Figura 4 muestra otra forma de realización del dispositivo de sellado 2 según la invención con una unidad de sellado 8. La Figura 5 muestra la unidad de sellado 8 de la Figura 4.

La Figura 5 muestra la unidad de sellado 8 de la Figura 4, que presenta en dirección periférica varias escotaduras 16 en toda la sección de altura 15 por encima del elemento de sellado 14.

La Figura 6 muestra además otra forma de realización del dispositivo de sellado 2 según la invención con varias unidades de sellado 8, 8' separadas entre sí, que forman un grupo de unidades de sellado. La Figura 7 muestra las unidades de sellado 8, 8' de la Figura 6.

Las unidades de sellado superiores 8 forman segmentos de un tronco de cono hueco, que están separados entre sí en dirección circunferencial con respecto al eje central longitudinal L del elemento de conexión superior 4 y en dirección paralela al eje central longitudinal L.

La unidad de sellado inferior 8' está separada de las otras unidades de sellado 8 en una dirección paralela al eje central longitudinal L e incluye el elemento de sellado 14 que se extiende por toda la circunferencia.

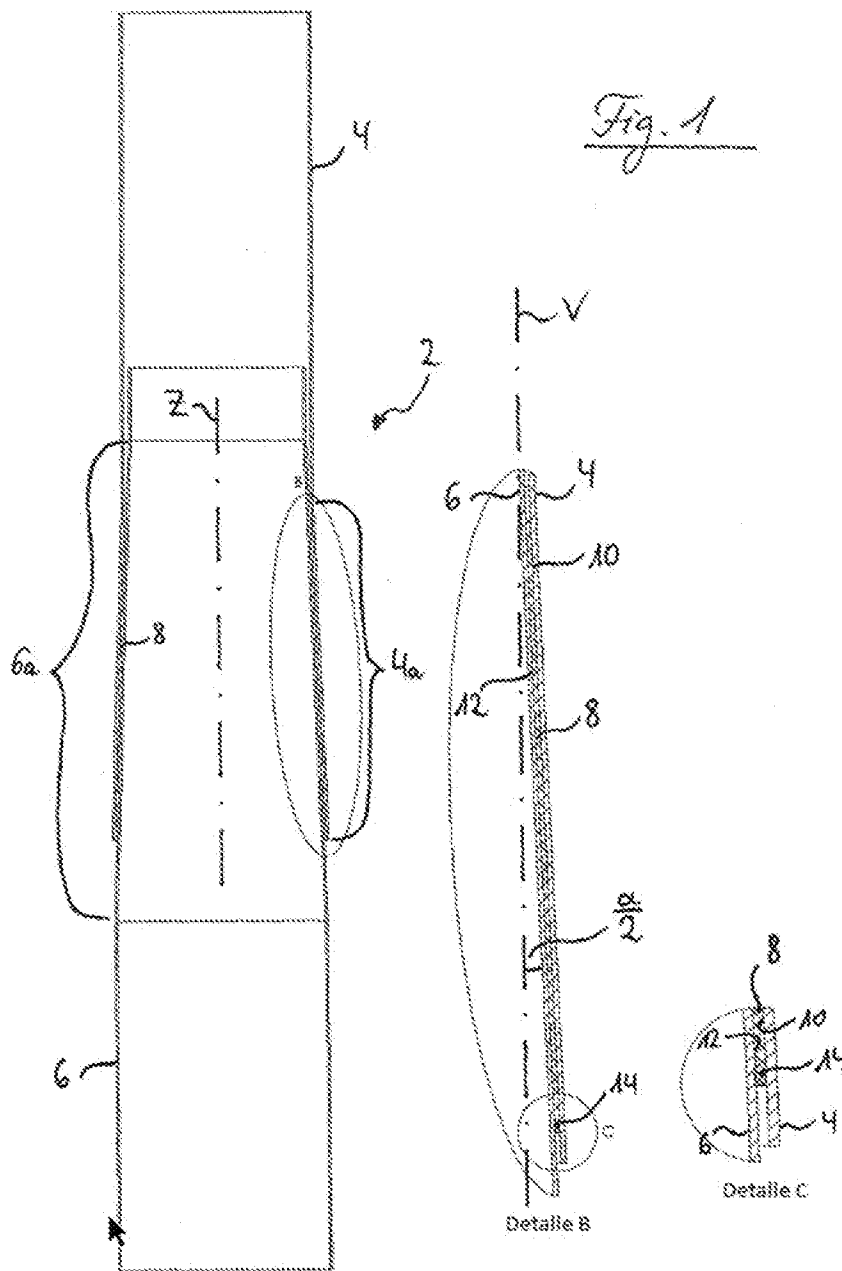
Además, la unidad de sellado inferior 8' tiene una pluralidad de escotaduras 16 en dirección circunferencial en una sección de altura 15 situada encima de ésta. Además, se muestra la altura total GH del grupo de unidades de sellado.

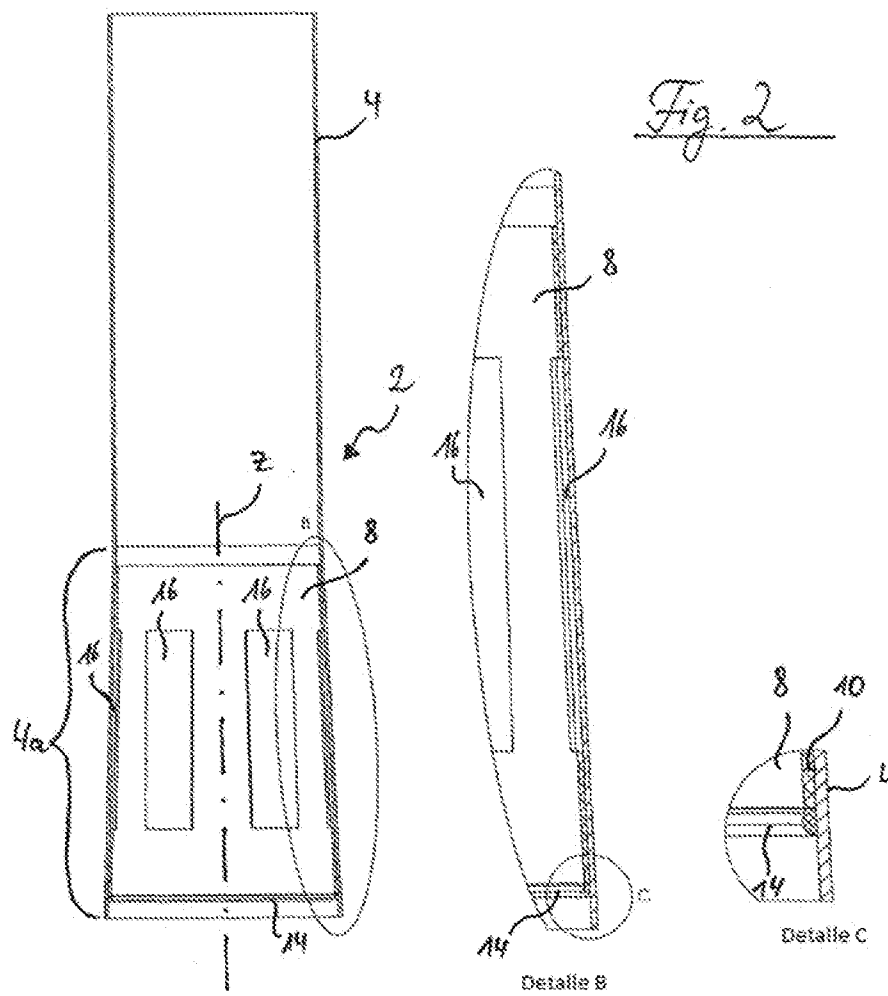
Las Figuras 8 y 9 muestran una etapa de un método según la invención. En la sección cónica 4a del elemento de conexión superior 4 se vierte una lechada 18 sobre la superficie de conexión interior 10 mediante un dispositivo de vertido 20. El elemento de conexión superior 4 gira alrededor de su eje central longitudinal L. El dispositivo de vertido 20 presenta una abertura de vertido 22 en forma de ranura, que se encuentra verticalmente debajo del eje central longitudinal L y por encima de la superficie de conexión 10 cuando se aplica la lechada 18. Durante el vertido, el dispositivo de vertido 20 se mueve en una dirección R perpendicular a la dirección circunferencial. Mediante este movimiento y en combinación con la rotación del elemento de conexión 4, la abertura de vertido 22 realiza un movimiento en espiral con respecto a la superficie de conexión 10. De esta manera se consigue una aplicación especialmente uniforme, de gran superficie y rápida de la lechada 18.

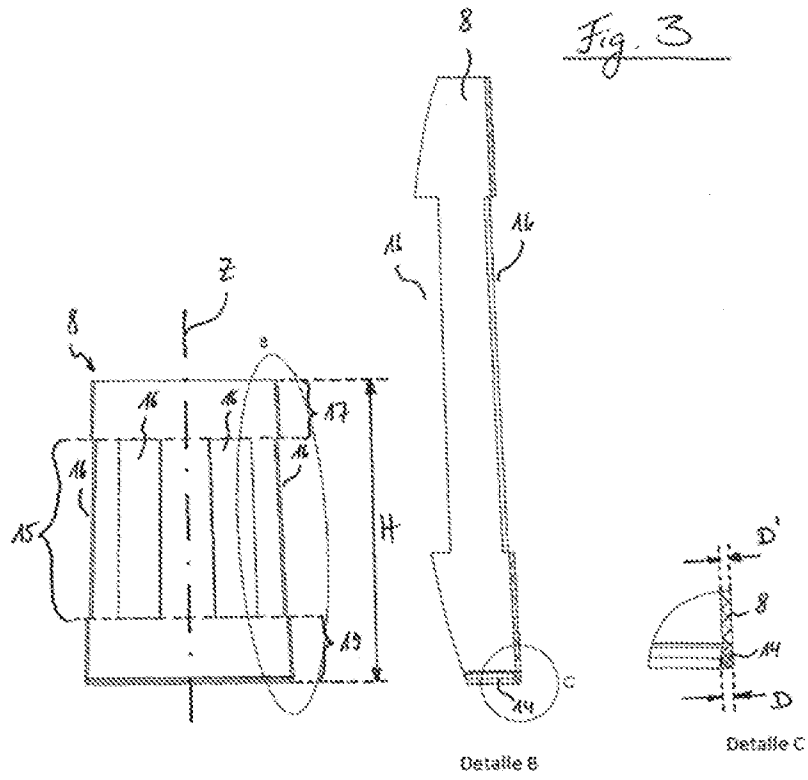
La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un método según la invención, donde en un primer paso 31 se puede limpiar, en particular desengrasar, la superficie de conexión 10, 12. En un segundo paso 32 se puede arenar la superficie de conexión 10, 12. En un tercer paso 33 se limpia de nuevo, por ejemplo, la superficie de conexión 10, 12 y, en particular, se limpia de polvo. En un cuarto paso 34 se puede aplicar el promotor de adherencia o imprimación sobre la superficie de conexión 10, 12. En una quinta etapa 35 se seca y/o se deja secar, por ejemplo, el agente adherente o la imprimación. Y en una sexta etapa 36 se aplica la lechada 18.

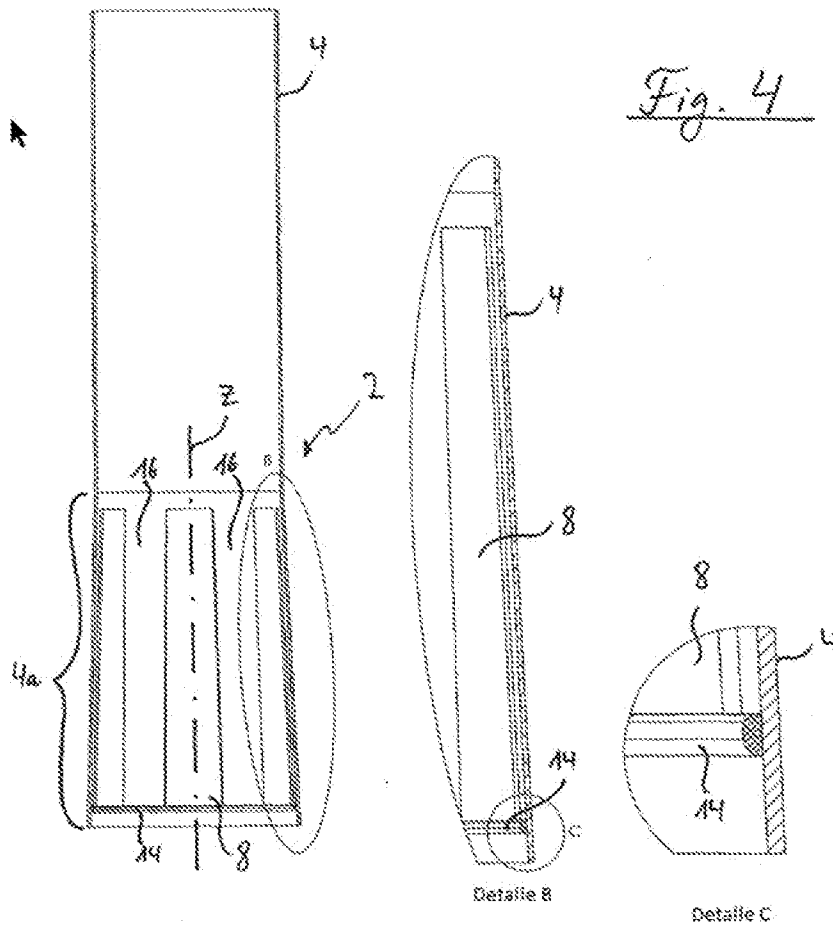
REIVINDICACIONES

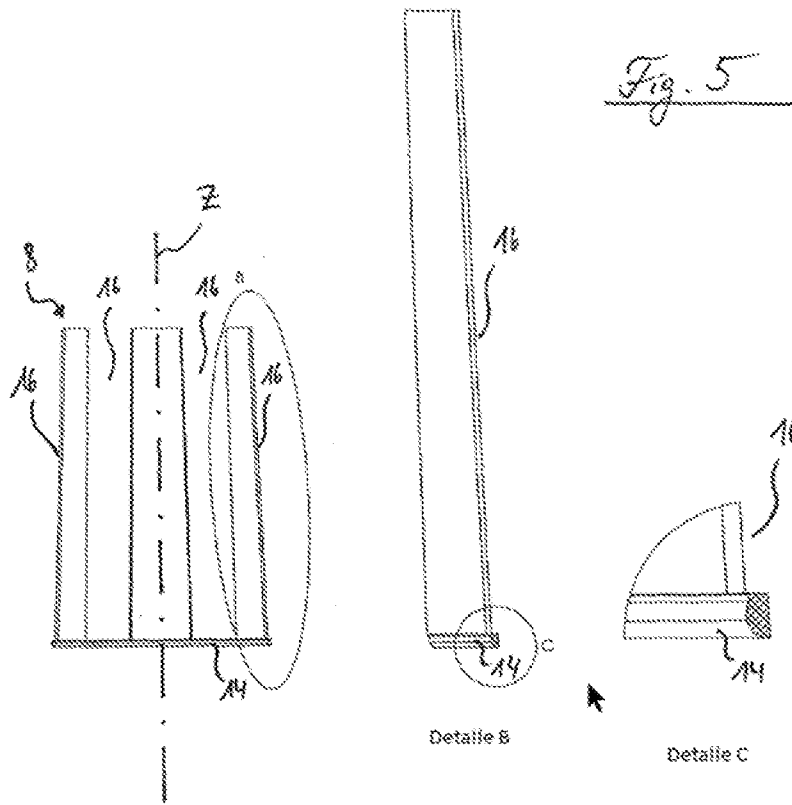
1. Dispositivo de sellado (2) para una conexión entre dos elementos de unión (4, 6), configurados en particular como monopolitos y piezas de transición, de una estructura marina, preferentemente una instalación eólica marina, en particular una subestructura de la misma, en la que una parte elemento de conexión superior (4) y un elemento de conexión inferior (6) para establecer una unión estable se insertan entre sí para sujetar al menos una unidad de sellado (8, 8'), que comprende uno de los elementos de conexión (4, 6) y la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') fijada al elemento de conexión (4, 6), en donde la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') está fijada al elemento de conexión (4, 6) de tal de manera que la unidad de sellado (8, 8') esté en una posición de conexión entre una superficie de conexión interior (10) de un elemento de conexión (4, 6) y una superficie de conexión exterior (12) del otro elemento de conexión (4,6), caracterizado porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') está configurada de manera portadora, de modo que en la posición de conexión separa los elementos de conexión (4, 6) entre sí y soporta el elemento de conexión superior (4), presentando al menos una unidad de sellado (8, 8') que tiene al menos un elemento de sellado elástico (14) que se extiende completamente en dirección circunferencial, y cuyo espesor (D) es mayor que el espesor (D') de una zona adyacente de la unidad de sellado (8, 8').
2. Dispositivo de sellado (2) según la reivindicación 1, caracterizada porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') tiene un espesor de 5 mm a 75 mm, preferiblemente de 20 mm a 50 mm, de manera especialmente preferida de 25 mm a 30 mm.
3. Dispositivo de sellado (2) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') está realizada en varias capas.
4. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque uno o varios elementos de sellado (14) presentan una mayor elasticidad que el resto de la unidad de sellado (8, 8').
5. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') está configurada de forma estable frente a la hidrólisis y uno o varios materiales del grupo polipropileno, polietileno, polioximetileno, caucho, nailon, cloruro de polivinilo, poliurea, poliuretano.
6. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') comprende hasta un 50% de uno o más rellenos, preferiblemente en forma de CaCO₃, wollastonita, grafito y/o hollín.
7. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') se adhiere a la superficie de conexión (10, 12) de al menos uno de los elementos de conexión (4, 6) mediante un promotor de adhesión.
8. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el «al menos» un elemento de sellado (14) tiene una dureza Shore A entre 40 y 100.
9. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') está diseñada para soportar una carga de presión de 0,1 N/mm² a 50 N/mm².
10. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') se compone de varios segmentos de sellado dispuestos uno al lado del otro.
11. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque el dispositivo de sellado (2) comprende al menos dos unidades de sellado (8, 8') distanciadas entre sí.
12. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada porque la «al menos» una unidad de sellado (8, 8') presenta «al menos» una escotadura (16) en al menos un tramo de altura (15) en la dirección circunferencial.
13. Dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el dispositivo de sellado (2) presenta un dispositivo sensor para registrar las fuerzas mecánicas que se presentan en el dispositivo de sellado (2).
14. Procedimiento para fabricar un dispositivo de sellado (2) según una de las reivindicaciones anteriores para la conexión de dos elementos de unión (4, 6), configurados en particular como monopolitos y piezas de transición, de una estructura marina, preferentemente una turbina eólica marina, en particular una subestructura de la misma, caracterizada porque sobre una superficie de conexión (10,12) de un elemento de conexión (4,6) se vierte una lechada (18) y se endurece para formar al menos una unidad de sellado (8,8).

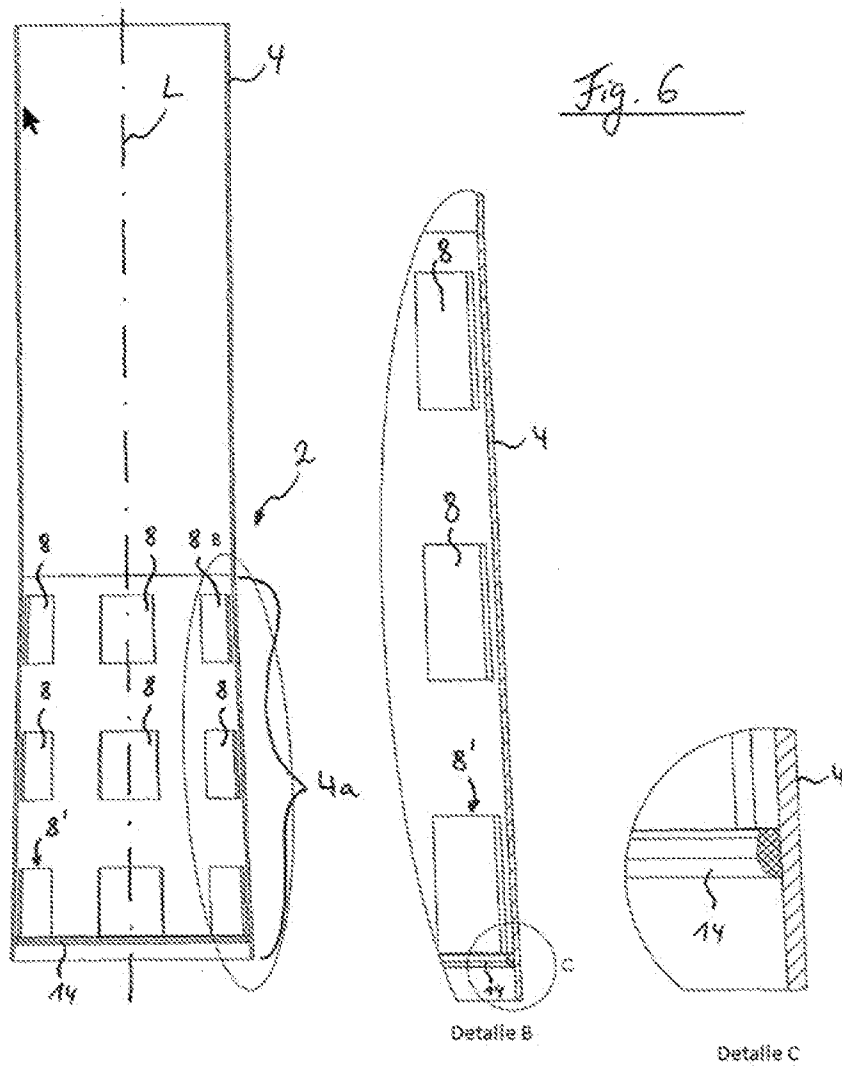


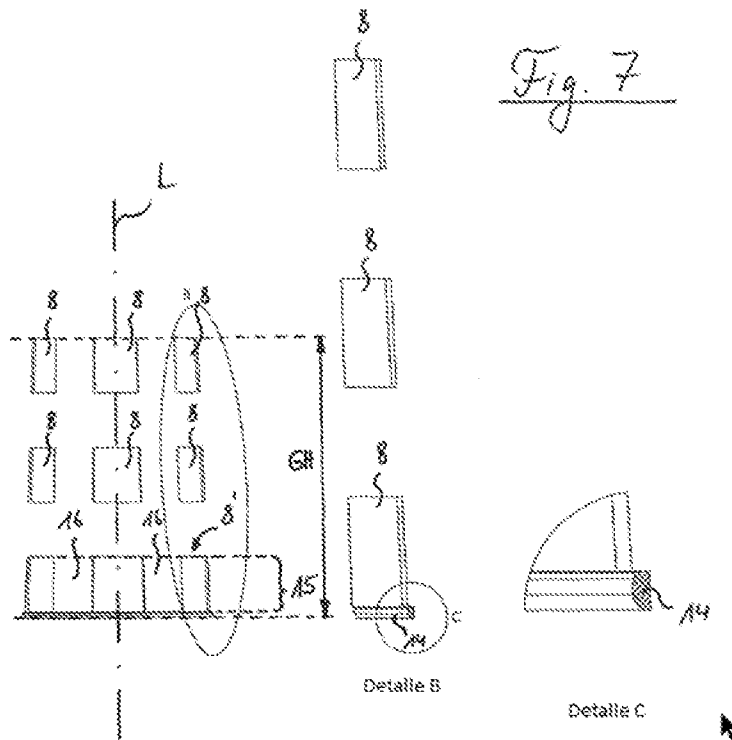












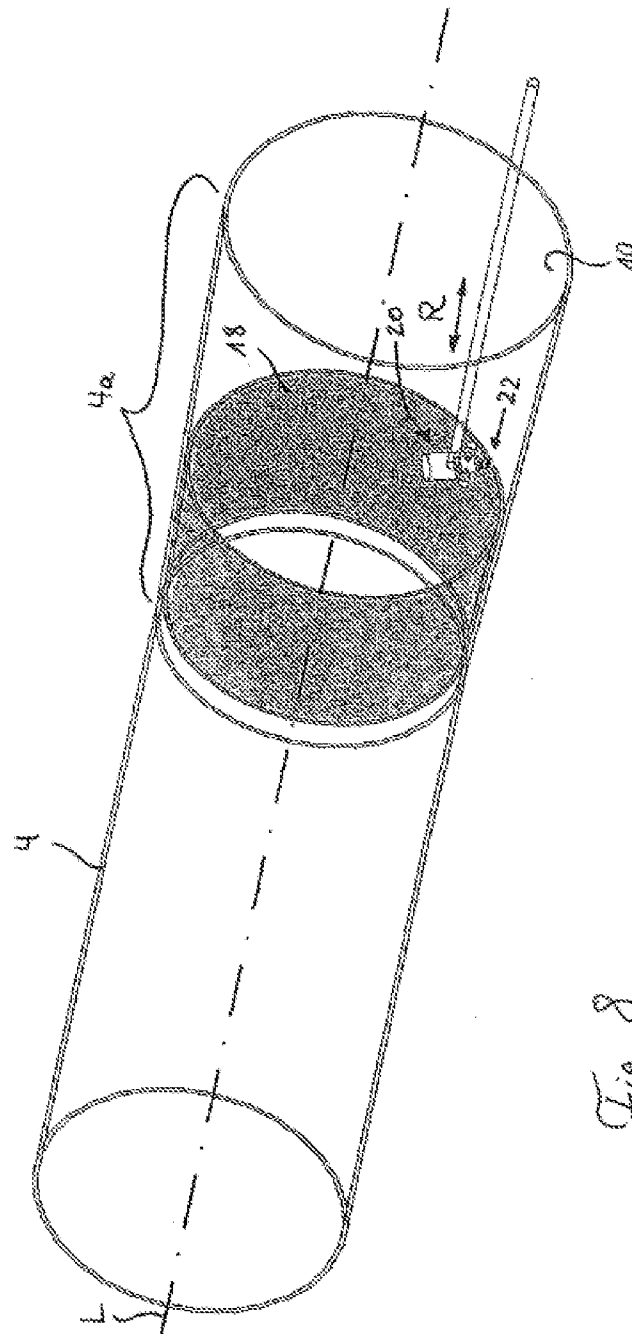


Fig. 8

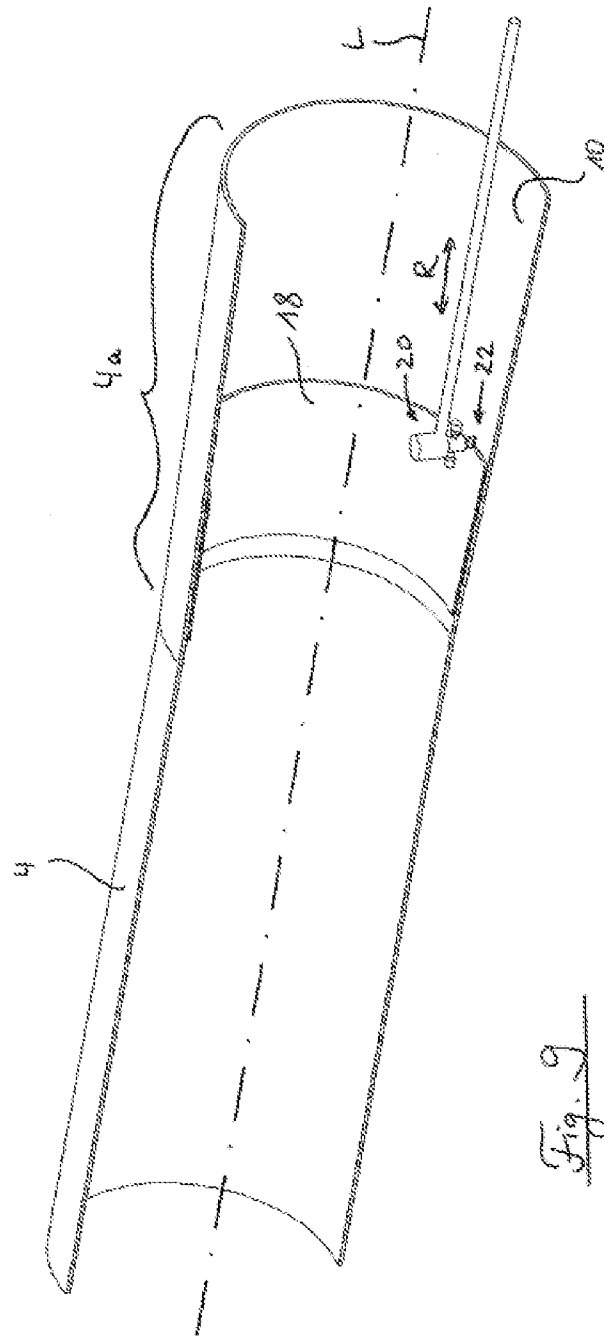


Fig. 9

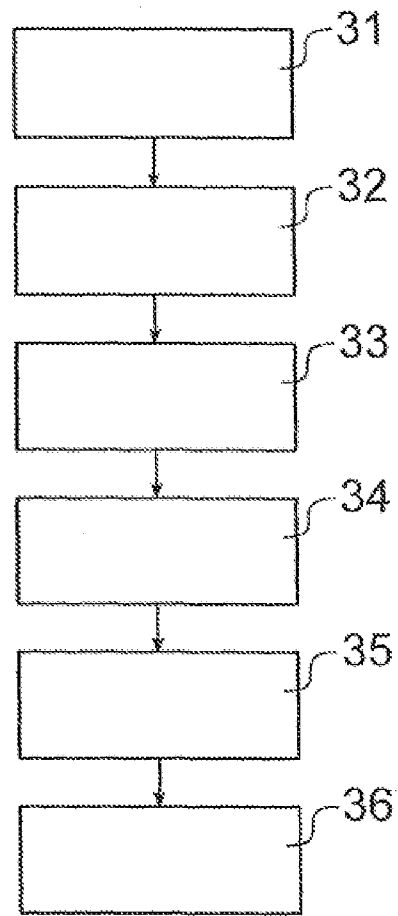


Fig. 10