

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 783 983**

51 Int. Cl.:

E04H 12/08 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.03.2017 PCT/EP2017/057755**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017 WO17167990**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2017 E 17715125 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3436651**

54 Título: **Estructura y soporte para una turbina eólica**

30 Prioridad:

01.04.2016 DE 102016205447

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

21.09.2020

73 Titular/es:

**INNOGY SE (100.0%)
Operrplatz 1
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**BARTMINN, DANIEL;
CZARNECKI, ARTUR y
MATLOCK, BENJAMIN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 783 983 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

Estructura y soporte para una turbina eólica

La invención se refiere a una estructura de soporte según una de las reivindicaciones independientes 1 y 4.

5 A partir del estado de la técnica se conoce el uso de soportes o subestructuras del tipo mencionado al principio, por ejemplo, como pilotes de cimentación, piezas de transición o como un elemento de la torre de una instalación de energía eólica, en particular para uso en alta mar. El soporte o las subestructuras sirven, por un lado, para asegurar un anclaje fiable de la instalación de energía eólica en el fondo marino y, por otro lado, para soportar la carcasa de la máquina y el rotor.

10 El estado de la técnica incluye el documento DE 10 2013 107 059 A1, del que se conoce una estructura de soporte con las características del preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 4.

Las estructuras de soporte conocidas se ensamblan a partir de las llamadas secciones de tubo. Cada sección de tubo se produce a su vez a partir de una o más láminas, que se doblan según la forma del segmento que se producirá, de tal manera que los bordes de chapa opuestos o superficies de unión en el estado doblado pueden soldarse entre sí.

15 Los bordes opuestos de la chapa generalmente se sueldan por medio de una costura de soldadura longitudinal, que se puede realizar, por ejemplo, como una soldadura a tope en ambos lados según la norma EN ISO 2553, Tabla 2, utilizando soldadura por arco sumergido. Los bordes opuestos de la chapa metálica se afilan, por ejemplo, para implementar una soldadura a tope soldada en ambos lados en el procedimiento de soldadura posterior, de modo que los bordes opuestos de la chapa metálica se conectan sobre todo el espesor de pared de la sección de tubo. La preparación de los bordes opuestos de la chapa metálica, así como la producción de una soldadura a tope
20 completamente soldada en ambos lados, requieren mucho tiempo y dinero.

A continuación, la estructura de soporte se ensambla a partir de una gran cantidad de secciones de tubo debidamente formadas conectando secciones de tubo adyacentes por medio de una costura de soldadura circular, en particular una soldadura con penetración en reverso en V doble, frontal, de tal manera que los respectivos ejes longitudinales de las secciones de tubo son colineales entre sí.

25 En consecuencia, se requiere una gran cantidad de costuras de soldadura con una longitud total grande para producir una estructura de soporte correspondiente, como resultado de lo cual la fabricación de la estructura de soporte es compleja y costosa. Por ejemplo, para la producción y conexión de dos segmentos, cada uno con una altura de tres metros y un diámetro de siete metros, se necesitan costuras de soldadura con una longitud total de aproximadamente 28 m, es decir, una costura de soldadura longitudinal de 2*3 m para conectar los bordes laterales opuestos o bordes
30 de material de las secciones de tubo individuales y aproximadamente 22 m de costura de soldadura circular para la conexión frontal de los dos segmentos.

El objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de soporte que se pueda producir en un tiempo más corto y que, en consecuencia, sea menos costosa.

35 El objeto en el que se basa la presente invención se logra mediante una estructura de soporte que tiene las características de las reivindicaciones independientes 1 y 4. Realizaciones ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes.

40 El objeto de esta descripción es una estructura de soporte, en particular para una instalación de energía eólica, con al menos dos segmentos que están conectados entre sí de tal manera que sus ejes longitudinales sean esencialmente colineales entre sí, donde al menos uno de los segmentos es una sección de tubo, que tiene al menos dos superficies de unión mutuamente enfrentadas, al menos conectadas entre sí por secciones. Según un primer aspecto, la conexión de las superficies de unión presenta al menos una unión soldada, donde el espesor de la unión soldada es al menos por secciones menor que el espesor de pared de la sección de tubo. Como alternativa o además del primer aspecto, la conexión de las superficies de unión según un segundo aspecto comprende al menos un clip de retención.

45 Ambos segmentos pueden diseñarse como secciones de tubo. El elemento de soporte puede estar compuesto por una pluralidad de segmentos.

La conexión de las superficies de unión sirve para mantener la sección de tubo en forma antes y/o después de la conexión frontal al segmento. La conexión puede ser tal que puede diseñarse para ser extraíble o desmontable temporalmente, y por lo tanto en particular después de la conexión frontal de la sección de tubo y el segmento.

50 La provisión de una unión soldada, en particular una costura de soldadura, cuyo espesor es al menos por secciones menor que el espesor de pared de la sección de tubo, presenta la ventaja de que el tiempo de procedimiento y la entrada de calor en el componente se reducen en comparación a soluciones que requieren soldadura a través del espesor de pared total. Sorprendentemente, se ha demostrado que conectar las superficies de unión en algunas zonas es suficiente para mantener de forma fiable la sección de tubo en forma en el procedimiento de producción.

El espesor de la unión soldada, en particular una costura de soldadura, es la extensión de la unión soldada a lo largo

del espesor de pared de la sección de tubo. En otras palabras, tanto el espesor de pared de la sección de tubo como el espesor de la unión soldada se miden en una sección transversal al eje longitudinal, en particular ortogonal a una superficie lateral interna y/o externa de la sección de tubo. El espesor de pared de la sección de tubo corresponde al espesor de la chapa desenrollada a partir de la cual se ha producido la sección de tubo por conformación.

5 En consecuencia, la unión soldada puede ser un hilván, que representa una fijación previa de la sección de tubo para posteriores procesos de manipulación y de conexión. Después de que la sección de tubo se haya conectado a otro segmento en la cara frontal, el hilván se puede quitar o dejar en el componente.

10 La unión soldada puede extenderse sobre una longitud parcial, dos o más secciones de longitud o la longitud completa de la sección de tubo. La longitud de la sección de tubo se mide paralela al eje longitudinal. En particular, se puede proporcionar una pluralidad de soldaduras por puntos separadas o una o más costuras de soldadura longitudinales en la zona de una longitud parcial, una sección de longitud o a lo largo de toda la longitud de la sección de tubo.

15 El espesor d_1 de la unión soldada, por ejemplo, el cordón de soldadura de una costura de soldadura, medido en una sección transversal al eje longitudinal, puede ser menor o igual que $1/2$, preferiblemente menor o igual que $1/10$, más preferiblemente menor o igual que $1/20$ del espesor de pared d_2 de la sección de tubo, y según esto cumple uno de los requisitos $d_1 \leq 0,5 \cdot d_2$, preferiblemente $d_1 \leq 0,1 \cdot d_2$, más preferiblemente $d_1 \leq 0,05 \cdot d_2$. Por ejemplo, el espesor de pared de la sección de tubo puede ser de 100 mm, mientras que el espesor de la unión soldada, por ejemplo, el cordón de soldadura de una costura de soldadura, es de solo 5 mm o menos. En el presente caso, el espesor d_1 puede ser, por ejemplo, el espesor de la costura según EN ISO 2553, Tabla 5.

20 Alternativa o adicionalmente, según un segundo aspecto de la invención, las superficies de unión se pueden conectar entre sí a través de al menos un clip de retención. Esta puede ser una pieza intermedia, que se puede unir por adherencia de materiales o de manera desmontable en la zona de las superficies de unión para conectar las superficies de unión entre sí. El clip de retención se utiliza para sujetar la sección de tubo en la forma deseada para las operaciones de manipulación y conexión y, si es necesario, en el estado completamente ensamblado. Después de que la sección de tubo se haya conectado a otro segmento al final, el clip de retención se puede quitar o dejar en el componente.

25 El clip de retención ofrece la ventaja de que no hay necesidad de una costura de soldadura longitudinal continua en la zona de las superficies de unión y, sin embargo, se garantiza la estabilidad de la forma de la sección de tubo. Por ejemplo, las superficies de unión mutuamente enfrentadas pueden estar a una distancia de un metro una de otra, esta distancia se puede unir con la ayuda del clip de retención para establecer una conexión entre las superficies de unión. No hace falta decir que se pueden proporcionar dos o más clips de retención entre las superficies de unión.

30 El clip de retención se puede sujetar mediante una unión soldada, atornillada, roscada, remachada o magnética en el área de una superficie de unión respectiva. La unión soldada puede, por ejemplo, llevarse a cabo de la manera descrita anteriormente de tal manera que no haya soldadura pasante, pero la soldadura solo constituye una parte del espesor y/o la longitud de las secciones de componentes que se enfrentan entre sí para unirse.

35 Según un desarrollo de la invención, el clip de retención puede estar encerrado en ambos lados por las superficies de unión y/o estar al ras con la superficie lateral exterior y/o interior de la sección de tubo. De esta manera, el clip de retención se puede integrar en la geometría de la pared de la sección de tubo sin aumentar las dimensiones externas del componente o el espacio de instalación requerido de la sección de tubo en el estado completamente ensamblado.

40 Para introducir la menor tensión de tracción posible en costuras de soldadura adyacentes o vecinas, el clip de retención puede presentar al menos un filete cóncavo, el filete puede pasar a las superficies de unión en particular esencialmente sin saltos. El filete se puede usar como paso para cables, líneas, tubos u otros elementos de retención y/o conexión y, por lo tanto, sirve como una abertura de paso desde el entorno hasta el interior de la sección de tubo y viceversa.

45 Alternativa o adicionalmente, el clip de retención puede presentar una forma esencialmente bicóncava. Tal forma bicóncava se caracteriza, en particular, por dos filetes enfrentados, que preferiblemente pueden fusionarse en las superficies de unión opuestas esencialmente sin saltos. De esta manera, un clip de retención dispuesto a una distancia de las dos caras frontales de una sección de tubo puede reducir la transmisión de tensiones de tracción en costuras de soldadura adyacentes o vecinas bilateralmente. Por lo tanto, un clip de retención bicóncavo puede usarse en particular para inhibir o limitar las grietas entre dos costuras de soldadura adyacentes. Por lo tanto, una grieta que se extiende de una costura de soldadura puede interrumpirse o detenerse en la región del clip de retención sin propagación de grietas en las costuras de soldadura adyacentes que tienen lugar sobre el clip de retención.

50 Según una realización ventajosa de la estructura de soporte, se proporciona una cavidad, en particular un filete, en al menos una zona de transición entre al menos una de las superficies de unión y una cara extrema de la sección de tubo. La cavidad puede tener forma de sección circular o elíptica. La cavidad puede aliviar cualquier soldadura longitudinal que pueda proporcionarse en la zona de las superficies de unión, ya que la cavidad crea una distancia entre la soldadura longitudinal y una soldadura circular frontal, de modo que las soldaduras longitudinales y circulares no se fusionen directamente entre sí. Además, las costuras de soldadura en la zona de la cavidad a lo largo de su espesor pueden someterse a un acabado mecánico frontal, en particular mediante conformado en frío o conformado en caliente, en particular forjado.

Según otro desarrollo, se pueden proporcionar al menos dos, en particular cuatro, cavidades en la estructura de soporte, donde las cavidades se asignan en particular mutuamente opuestas a una superficie frontal. En consecuencia, por ejemplo, una sección de tubo puede comprender dos cavidades que están dispuestas una frente a la otra en pares y que se asignan a una superficie frontal de esta sección de tubo. Las dos cavidades se pueden formar en forma de un cuarto de círculo en una sección longitudinal, donde las cavidades dispuestas opuestas entre sí se pueden complementar entre sí en particular para formar un semicírculo. Del mismo modo, las cavidades dispuestas una frente a otra pueden formar una mitad de elipse en la sección longitudinal. De esta manera, se puede lograr una carga uniforme y un alivio de tensión de una unión soldada provista en la zona de las superficies de unión.

Alternativamente o además, se pueden proporcionar al menos dos, en particular cuatro, cavidades en la estructura de soporte, donde las cavidades se asignan en particular mutuamente en la dirección opuesta y enfrentadas a superficies frontales. Por ejemplo, se pueden proporcionar cavidades en ambas superficies frontales de una sección de tubo para aliviar cualquier costura longitudinal que se pueda proporcionar.

Según una realización adicional de la estructura de soporte, al menos una cavidad, al menos en secciones, en particular completamente, está atravesada por una superficie frontal de un segmento adyacente. Por lo tanto, la cavidad está limitada en la dirección axial por la cara frontal del segmento adyacente. En la zona de la cavidad, preferiblemente no hay soldadura radial de la sección de tubo al segmento adyacente, de modo que una costura de soldadura circular se interrumpe en este punto. Con la ayuda de la cavidad, se puede reducir la longitud de la soldadura circunferencial.

Además de aliviar la presión sobre las costuras de soldadura adyacentes o vecinas, una cavidad provista en la zona de la pared del tubo puede servir, por ejemplo, como un pasaje de cables. Con el fin de proporcionar la mayor abertura posible a través de una estructura de soporte, al menos una cavidad puede fusionarse en una cavidad de un segmento adyacente, al menos por secciones. En consecuencia, la cavidad de la sección de tubo y la cavidad del segmento adyacente, que también puede ser una sección de tubo, pueden disponerse de tal manera que se fusionen entre sí en la dirección axial y, por ejemplo, se complementen entre sí para formar una abertura pasante que es esencialmente circular o elíptica en sección longitudinal.

Para poder ahorrar la mayor longitud posible de costura de soldadura circunferencialmente en la zona de las superficies frontales enfrentadas de dos segmentos, al menos dos cavidades de dos segmentos adyacentes se disponen circunferencialmente en una desalineación angular entre sí, en particular de tal manera que no hay solapamiento de las cavidades en la dirección axial y la cavidad de uno está limitada o atravesada por la cara frontal asociada del otro segmento.

La unión soldada puede someterse a un procesamiento mecánico posterior para aumentar su resistencia. Según un desarrollo adicional ventajoso, la unión soldada comprende tensiones de compresión residuales en una sección transversal de espesor, donde las tensiones de compresión residuales se generan en particular por conformación en frío y/o forjado. La introducción de tensiones de compresión residuales en la costura de soldadura reduce la susceptibilidad al agrietamiento bajo cargas de tracción. Si el término sección transversal de la unión soldada, en particular una costura de soldadura, se utiliza en la presente invención, este significa una sección transversal, en particular ortogonal, al eje longitudinal de la estructura de soporte. Las tensiones de compresión residuales en la zona de la costura de soldadura se pueden demostrar de una manera conocida y se pueden estimar, por ejemplo, determinando la dureza superficial de la costura.

Como alternativa o adicionalmente, la unión soldada puede aliviarse mediante perforación. Por ejemplo, la costura de soldadura puede comprender agujeros u orificios que están dispuestas específicamente en zonas que son susceptibles a la formación de grietas debido a tensiones internas por la tracción lineal. Por ejemplo, en el presente caso, las zonas de transición entre una costura longitudinal y una costura circular adyacente pueden aliviarse mediante un agujero central, donde una parte de la costura longitudinal, en particular su zona de transición al material base, se elimina al menos por secciones.

Según una realización adicional de la estructura de soporte, se proporciona un engrosamiento de la pared del tubo en zonas de la sección de tubo que se asignan a las superficies de unión. La rigidez general de la estructura de soporte puede mejorarse mediante el engrosamiento en la zona de o adyacente a las superficies de unión. Además, se puede reducir la tendencia de la estructura a abollarse o abultarse.

Para aumentar la estabilidad y la rigidez de la estructura de soporte, se pueden proporcionar elementos estabilizadores dentro de los segmentos, en particular para endurecer los segmentos en la dirección radial. Los elementos estabilizadores pueden diseñarse, por ejemplo, como puntales o bandas, que se apoyan en sus extremos opuestos en cada caso en la superficie lateral interna de un segmento y endurecen el segmento respectivo en la dirección radial y axial. Se puede disponer una pluralidad de puntales o elementos estabilizadores dentro de un segmento en un plano de sección transversal o en la dirección axial, cuyos puntales presentan una desalineación radial relativo entre sí y están dispuestos, por ejemplo, en una superposición en forma de estrella.

Según otra realización de la estructura de soporte, las superficies de unión pueden estar al menos por secciones separadas entre sí. Por lo tanto, la sección de tubo puede presentar la forma de un perfil abierto, como una sección

en C o similar, donde las superficies de unión pueden estar mutuamente enfrentadas a una distancia de 1 m o más entre sí, por ejemplo, en particular con un diámetro de sección de tubo de 7 m y una longitud de 3 m.

5 Como alternativa o adicionalmente, la estructura de soporte puede comprender una sección de tubo en la que las superficies de unión se encuentran una contra la otra al menos en secciones, en particular esencialmente por completo. En otras palabras, las superficies de unión pueden disponerse «apoyadas» y directamente contiguas entre sí. En este caso, las superficies de unión se pueden conectar directamente entre sí de una manera simple con una o más costuras de soldadura longitudinales, donde las costuras de soldadura longitudinales preferiblemente pueden presentar un espesor menor que el espesor de pared de la sección de tubo en la zona de las superficies de unión. Las superficies de unión que contactan entre sí también ofrecen la ventaja de que la costura de soldadura circular puede soldarse a un segmento adyacente sin interrupción. Una costura de soldadura continua es particularmente ventajosa en la soldadura por arco sumergido, ya que la costura se puede producir sin quitar el dispositivo de soldadura.

10 Como alternativa o adicionalmente, se puede disponer al menos una lámina entre las superficies de unión, extendiéndose la lámina en particular sobresaliendo esencialmente en el interior del tubo y/o presentando una sección transversal esencialmente en forma de L. La lámina se puede soldar a las superficies de unión, de modo que las superficies de unión se conectan indirectamente entre sí a través de la lámina. Por ejemplo, se pueden proporcionar costuras de soldadura longitudinales que se extienden esencialmente paralelas entre sí, que encierren al menos por secciones la lámina en dos lados y cada una se conecte a una de las superficies de unión. La lámina se puede utilizar para sostener y guiar cables, líneas o tubos y/o para la fijación de componentes de sistemas de protección contra la corrosión o dispositivos de mantenimiento.

15 Según un desarrollo ventajoso de la estructura de soporte, se dispone al menos un dispositivo de protección contra la corrosión entre las superficies de unión. Este puede ser un sistema activo de protección contra la corrosión catódica (AKKS). En el caso de una estructura de perfil abierto con superficies de unión mutuamente espaciadas, un (único) dispositivo de protección contra la corrosión dispuesto entre las superficies de unión puede ser suficiente para garantizar la protección contra la corrosión tanto para la superficie lateral interna como externa de la sección de tubo. Por lo tanto, no es necesario unir ánodos de sacrificio o ánodos de corriente externa por separado a una sección de tubo respectiva, tanto para el interior como para el exterior, de modo que la disposición de uno o más ánodos de sacrificio y/o ánodos de corriente externa entre las superficies de unión es suficiente para la protección contra la corrosión de la superficie lateral interior y exterior.

20 Se puede proporcionar que se proporcione al menos un redondeo de borde en al menos una región de transición entre una superficie de unión y una superficie frontal de la sección de tubo, en particular, que la unión soldada llene parcial o completamente una zona de las superficies de unión mutuamente enfrentadas asignadas a los bordes redondeados.

25 Como alternativa o adicionalmente, se puede proporcionar que se proporcione al menos un redondeo de borde en al menos una región de transición entre una superficie de unión y una superficie lateral interna y/o externa de la sección de tubo, en particular que la unión soldada llene parcial o completamente una zona de las superficies de unión mutuamente enfrentadas asignadas al redondeo del borde.

30 El redondeo de los bordes reduce el efecto de entalle en la zona de la unión soldada y aumenta la resistencia de la costura de soldadura.

35 El redondeo del borde se puede ver en una sección transversal o en una sección longitudinal de tal manera que se forma una transición sin salto entre una superficie de unión y una superficie lateral interna o externa, o una transición sin salto entre una superficie de unión y una superficie frontal de la sección de tubo. En la presente invención, «sin salto» significa que la transición es, por ejemplo, tangencial o continua en curvatura.

40 Según otra realización, se puede proporcionar que el espesor de pared de la sección de tubo se estreche en una zona contigua a las superficies de unión, en particular se estrecha con forma de cuña en forma de un bisel. El estrechamiento se puede lograr, por ejemplo, porque una costura de soldadura completamente soldada en la zona de las superficies de unión se elimina posteriormente parcialmente, en particular por rectificado, granallado o similares. Como alternativa o adicionalmente, el estrechamiento puede introducirse antes de la soldadura en una zona de la sección de tubo adyacente a las superficies de unión, en particular por conformación y/o procesamiento mecánico.

45 La invención se describirá con más detalle a continuación con referencia a los dibujos que muestran algunas realizaciones ejemplares. Donde esquemáticamente:

- 50 la figura 1 muestra una estructura de soporte según la invención en una vista en perspectiva desde arriba;
 la figura 2 muestra la estructura de soporte de la figura 1 en una sección transversal desde arriba;
 la figura 3 muestra una estructura de soporte adicional según la invención en una vista lateral;
 la figura 4 muestra otra estructura de soporte según la invención en una vista en perspectiva desde arriba;
 la figura 5 muestra otra estructura de soporte según la invención en una vista en perspectiva desde arriba;

la figura 6 muestra otra estructura de soporte según la invención en una vista en perspectiva desde arriba.

La figura 1 muestra una estructura de soporte 10 según la invención, que está compuesta por una pluralidad de segmentos 12, 14, 16, donde solo tres segmentos 12, 14, 16 se muestran como ejemplos.

5 Los segmentos 12, 14, 16 están conectados entre sí frontalmente de tal manera que sus ejes longitudinales corren esencialmente colinealmente entre sí y por lo tanto coinciden a lo largo de un eje longitudinal común L. La conexión frontal se realiza soldando radialmente los segmentos, de modo que cada uno de los segmentos está conectado entre sí a través de una costura de soldadura circular 17. Las costuras de soldadura radiales 17 pueden soldarse a través del espesor total de la pared de los segmentos 12, 14, 16.

10 Los segmentos 12, 14, 16 son secciones de tubo y cada uno está hecho de un corte de lámina reformado. En el ejemplo que se muestra en la presente invención, el espesor de lámina t de los segmentos 12, 14, 16 es en cada caso de aproximadamente 100 mm.

Los segmentos 12, 14 presentan superficies de unión mutuamente enfrentadas 18 que están conectadas entre sí a través de uniones soldadas 20. La unión o acoplamiento de las superficies de unión 18 del segmento 12 tiene lugar indirectamente a través de una lámina 22 dispuesta entre las superficies de unión.

15 La lámina 22 está conectada en dos lados a las superficies de unión 18 mediante costuras de soldadura longitudinales 20. Comprende una sección transversal esencialmente en forma de L y se extiende hacia el interior del tubo. Además de la lámina 22, se puede proporcionar un dispositivo de protección contra la corrosión (no mostrado) entre las superficies de unión 18 de forma alternativa o adicional según diseños adicionales de la estructura de soporte.

20 El espesor a respectivo de las costuras de soldadura 20 es de aproximadamente 5 mm y, por lo tanto, es menor que el espesor de lámina t. El espesor a respectivo de las costuras de soldadura 20, el espesor de lámina t del segmento 12 y la lámina 22 se muestran en la figura 2 en una sección transversal a lo largo del plano II, donde el plano II está orientado ortogonalmente al eje longitudinal L.

25 Como se puede ver en la figura 2, las costuras de soldadura 20 solo cubren parte de las superficies de unión asignadas respectivamente 18, ya que el espesor a de las costuras de soldadura 20 es menor que el espesor de lámina t de la sección de tubo 12. Como ya se mencionó al principio, la representación solo deberá entenderse esquemáticamente, sin reproducir las proporciones reales a escala.

30 La conexión de las superficies de unión 18 del segmento 14 comprende, además de dos láminas 22, un clip de retención 24 que se dispone entre las láminas 22 (figura 1). El clip de retención 24 está bordeado en dos lados por las superficies de unión 18 y está alineado con la superficie lateral interna (no mostrada) y la superficie lateral externa 26 del segmento 14. El clip de retención 24 está soldado a las superficies de unión 18 del segmento 14.

El clip de retención 24 comprende dos filetes cóncavos 28 que pasan a las superficies de unión 18 esencialmente sin saltos, de modo que en particular no se proporciona ningún escalón o resalte en la transición desde un filete 28 a las superficies de unión mutuamente enfrentadas 18. El clip de retención 24 presenta una forma esencialmente bicóncava.

35 La forma bicóncava del clip de retención 24 alivia la presión sobre las costuras de soldadura adyacentes o vecinas 20, de modo que, en particular, la formación de grietas en la zona de las costuras de soldadura 20 puede ser contrarrestada por tensiones de tracción. Además, el clip de retención 24 puede servir como un limitador de grietas. Si una de las costuras de soldadura 20 del segmento 14 falla, una grieta no continúa a lo largo de todo el segmento 14, sino que se interrumpe en la zona del clip de retención 24.

40 En el presente caso, el clip de retención 24 está permanentemente integrado en la estructura de soporte 10. Según realizaciones alternativas, un clip de retención también se puede quitar después de que los segmentos 12, 14, 16 se hayan conectado entre sí frontalmente. De esta manera, se puede crear una abertura pasante más grande para sujetar los cables u otras partes adicionales o para conducirlos a través de la pared del tubo, para reducir el peso o para ahorrar costes al reutilizar el clip de retención.

45 Con el fin de aumentar la resistencia de las costuras de soldadura 20, en particular con respecto a las cargas de tracción, se han introducido tensiones residuales de compresión en las costuras de soldadura 20 por conformación en frío. Alternativamente o además, las tensiones residuales de compresión también se pueden introducir en las costuras de soldadura mediante forjado.

50 Las tensiones residuales pueden introducirse en una costura de soldadura 20 tanto en el costado como en la cara frontal, como se muestra en la figura 3 como ejemplo para dos segmentos 13, 15. Una costura de soldadura radial 21 puede ser continua o interrumpirse en la zona de las superficies de unión. En las zonas 30, la resistencia de los componentes se ha incrementado por la conformación en frío. Las flechas indican la dirección de la conformación en frío de las costuras de soldadura 20, 21 en el transcurso del acabado frontal. No hace falta decir que las costuras de soldadura 20, 21 también se pueden terminar en el lado circunferencial o longitudinal sobre la longitud total de la costura de soldadura por conformación en frío y/o forjado.

5 La figura 4 muestra una realización adicional de una estructura de soporte 10 según la invención, con una sección de tubo 32 y un segmento 34. La sección de tubo 32 presenta cavidades 36, 38, donde las cavidades 38 se extienden por una cara frontal 40 del segmento 34. Las superficies de unión 18 de la sección de tubo 32 están a una distancia entre sí y pueden conectarse entre sí, por ejemplo, de la manera mostrada en la figura 1 y/o la figura 2. Para ilustrar las cavidades 36, 38, no se ha mostrado la conexión de las superficies de unión 18 para el segmento 32. En particular, en configuraciones alternativas de la invención, las superficies de unión 18 pueden descansar directamente una contra la otra y soldarse entre sí, por ejemplo, según la figura 3, donde opcionalmente se puede lograr el procesamiento posterior mostrado en la figura 3.

10 Se puede combinar una pluralidad de secciones de tubo 42, 44, 46, 48 para formar una estructura de soporte 10 (figura 5). Cada una de las secciones de tubo 42, 44, 46, 48 puede formarse en la zona de las superficies de unión 18 de la manera mostrada en las figuras 1, 2, 3 o 4, donde la disposición de las cavidades 36, 38 se muestra esquemáticamente en la figura 5.

15 La superficie frontal de un segmento adyacente puede revestir completamente las cavidades 36, 38, de modo que, p. ej., las cavidades 38 del segmento 42 asignadas al segmento 44, vistas en la dirección axial a lo largo del eje L, están delimitadas frontalmente por la superficie frontal 50 del segmento 44.

Alternativamente, las cavidades 36, 38 de dos segmentos 46, 48 pueden disponerse sin una desalineación angular entre sí y fusionarse entre sí. De esta manera, se puede crear una abertura pasante ampliada en la estructura de soporte 10.

20 Cada uno de los segmentos 12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48 se puede combinar con segmentos adicionales 12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48 para formar una estructura de soporte 10. En la zona de las superficies de unión 18, los segmentos 12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48 pueden presentar uno o más dispositivos de protección contra la corrosión (no mostrados), donde en particular se pueden colocar uno o más ánodos de sacrificio y/o de corriente externa entre las superficies de unión 18. Para impedir abolladuras o abultamientos, los segmentos 25 12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48 también se pueden endurecer en la dirección radial estabilizando los puntales (no mostrados), o en las zonas de las superficies de unión se puede disponer un engrosamiento del espesor de pared.

La figura 6 muestra una realización adicional de una estructura de soporte 10 según la invención. Se proporciona un redondeo de borde 56 en al menos una región de transición 52 entre una superficie de unión 18 y una superficie frontal 50 de una sección de tubo 54. Las variantes A, B y C muestran tres configuraciones distintas de una unión soldada 58 proporcionada en esta zona.

30 Según la variante A, la unión soldada 58 llena solo parte de un espacio intermedio 60 formado entre las superficies de unión 18.

Según la variante B, la unión soldada 58 llena completamente el espacio 60 formado entre las superficies de unión 18.

35 Según la variante C, la unión soldada 58 puentea el espacio 60 formado entre las superficies de unión 18 separadas en esta variante C en la zona de los redondeos de borde 56. El redondeo de borde 56 forma una transición sin salto entre las superficies de unión 18 y la superficie frontal 50 de la sección de tubo 54. Una sección de tubo adyacente 55 también puede presentar redondeos de bordes.

En la zona del redondeo de borde 56, la unión soldada 58 se extiende sobre todo el ancho de las superficies de unión 18.

El espesor de pared de la sección de tubo 54 se estrecha en forma de un bisel en una zona 62 contigua a las superficies de unión 18, como se puede ver en el detalle D.

40 El estrechamiento 62 se ha creado aquí mediante la eliminación parcial de una costura de soldadura 64 en la zona de las superficies de unión 18. La costura de soldadura 64 presenta un espesor menor que el espesor de pared de la sección de tubo en una zona no estrechada 66.

Lista de números de referencia

10	Estructura de soporte
45	12, 13, 14, 15, Segmento / Sección de tubo (de la estructura de soporte)
	16, 32, 34, 42, Segmento / Sección de tubo (de la estructura de soporte)
	44, 46, 48, 54, 55 Segmento / Sección de tubo (de la estructura de soporte)
	17, 21 Costura de soldadura radial / Costura de soldadura circular
	18 Superficies de unión
50	20 Uniones soldadas / Costuras de soldadura longitudinales

ES 2 783 983 T3

	22	Lámina
	24	Clip de retención
	26	Superficie lateral
	28	Filetes
5	30	Zona de conformación en frío
	36, 38	Cavidades
	40	Frontal del segmento 34
	50	Superficie frontal
	52	Región de transición
10	56	Redondeo de borde
	58	Unión soldada
	60	Espacio intermedio 60
	62	Zona / Estrechamiento / Bisel
	64	Costura de soldadura
15	a	Espesor de la costura de soldadura
	t	Espesor de lámina de los segmentos 12, 14, 16
	L	Eje longitudinal (de la estructura de soporte y del segmento / la sección de tubo

REIVINDICACIONES

1. Estructura de soporte para instalación de energía eólica, con
- 5 - al menos dos segmentos (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55), que están conectados entre sí mediante una costura de soldadura circular (17) de manera que sus ejes longitudinales (L) discurren esencialmente colineales entre sí, donde
- al menos uno de los segmentos (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) está diseñado como una sección de tubo que presenta dos superficies de unión (18) mutuamente enfrentadas, unidas entre sí al menos por secciones,
- caracterizada porque**
- 10 - las superficies de unión (18) están conectadas entre sí mediante al menos una unión soldada (20), donde un espesor (a) de la unión soldada (20) es al menos por secciones menor que el espesor de pared (t) de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55).
2. Estructura de soporte según la reivindicación 1, **caracterizada porque** en las superficies de unión (18) se conectan entre sí mediante al menos un clip de retención (24).
- 15 3. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** en al menos una región de transición entre al menos una de las superficies de unión (18) y una superficie frontal de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) se proporciona una cavidad (36, 38), en particular un filete (36, 38).
4. Estructura de soporte, en particular para una instalación de energía eólica, con
- 20 - al menos dos segmentos (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) que están conectados entre sí de tal manera que sus ejes longitudinales (L) discurren esencialmente colineales entre sí, donde
- al menos uno de los segmentos (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) está diseñado como una sección de tubo que presenta dos superficies de unión (18) mutuamente enfrentadas, unidas entre sí al menos por secciones, donde
- las superficies de unión (18) están conectadas entre sí mediante al menos un clip de retención (24),
- 25 **caracterizada porque**
- en al menos una región de transición entre al menos una de las superficies de unión (18) y una superficie frontal de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) se proporciona una cavidad (36, 38), en particular un filete (36, 38).
5. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizada porque** el clip de retención (24)
- 30 - está ribeteado en ambos lados por las superficies de unión (18) y/o
- está al ras con la superficie lateral exterior y/o interior de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55).
6. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizada porque** el clip de retención (24)
- 35 - presenta al menos un filete cóncavo (28), donde el filete (28) se une a las superficies de unión (18) en particular esencialmente sin saltos, y/o
- presenta una forma esencialmente bicóncava.
7. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizada porque** se proporcionan al menos dos, en particular cuatro, cavidades (36, 38), donde las cavidades (36, 38) se asignan en particular
- 40 - mutuamente opuestas a una superficie frontal y/o
- se asignan mutuamente en la dirección opuesta y enfrentadas a superficies frontales.
8. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizada porque**
- 45 - al menos una cavidad (36, 38), al menos por secciones, en particular completamente, se extiende desde una superficie frontal (40) de un segmento adyacente (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) y/o
- al menos una cavidad (36, 28), al menos por secciones, se fusiona en una cavidad (36, 38) de un segmento adyacente (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) y/o

- al menos dos cavidades (36, 38) de dos segmentos adyacentes (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) se disponen circunferencialmente en una desalineación angular entre sí.

9. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque**

- 5
- la unión soldada (20, 21) presenta tensiones de compresión residuales en una sección transversal de espesor, donde las tensiones de compresión residuales se generan en particular por conformación en frío y/o forjado y/o
 - la unión de soldadura se ha aliviado mediante perforación.

10. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** en zonas de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) que se asignan a las superficies de unión (18), se proporciona al menos por secciones, un engrosamiento de la pared del tubo.

11. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque**

- 15
- las superficies de unión (18) están al menos parcialmente separadas entre sí y/o descansan una contra la otra y/o
 - al menos una lámina (22) está dispuesta entre las superficies de unión (18), donde la lámina (22) en particular
 - se extiende esencialmente proyectándose en el interior del tubo y/o
 - presenta una sección transversal esencialmente en forma de L.

12. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** se dispone al menos un dispositivo de protección contra la corrosión entre las superficies de unión (18).

13. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

20 **caracterizada porque**

- 25
- en al menos una región de transición (52) entre una superficie de unión (18) y una superficie frontal (50) de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) se proporciona al menos un redondeo de borde (56), en particular porque la unión soldada (20, 64) llena parcial o completamente una zona (60) de las superficies de unión mutuamente enfrentadas (18) que está asignada al redondeo de borde (56), y/o
 - en al menos una región de transición entre una superficie de unión (18) y una superficie lateral interior y/o exterior de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 55) se proporciona al menos un redondeo de borde, en particular porque la unión soldada (20) llena parcial o completamente una zona de las superficies de unión mutuamente enfrentadas que está asignada al redondeo de borde.

14. Estructura de soporte según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

30 **caracterizada porque**

- el espesor de pared (t) de la sección de tubo (12, 13, 14, 15, 16, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 54, 5) se estrecha en una zona (62) adyacente a las superficies de unión (18), en particular se estrecha con forma de cuña en forma de un bisel.

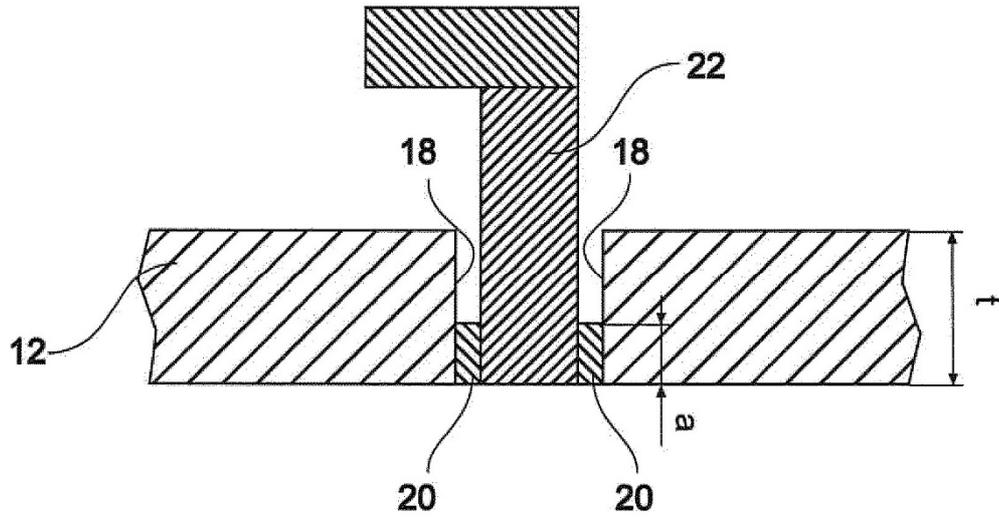


Fig. 2

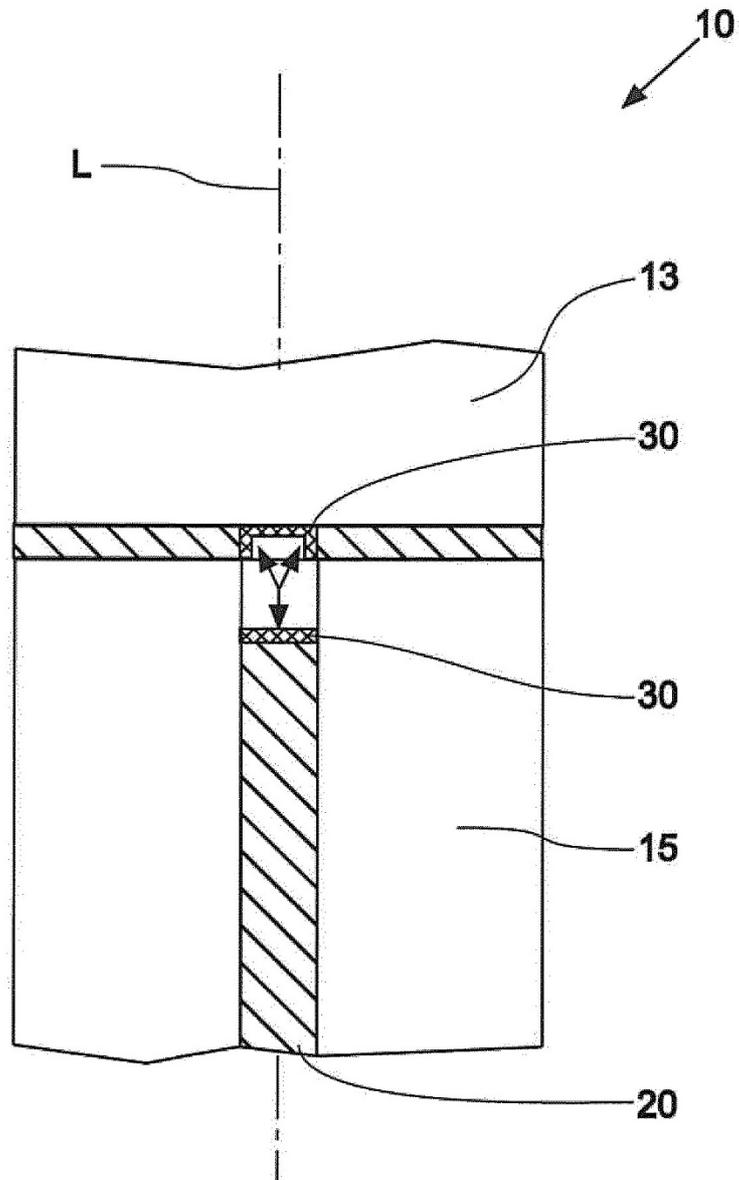


Fig. 3

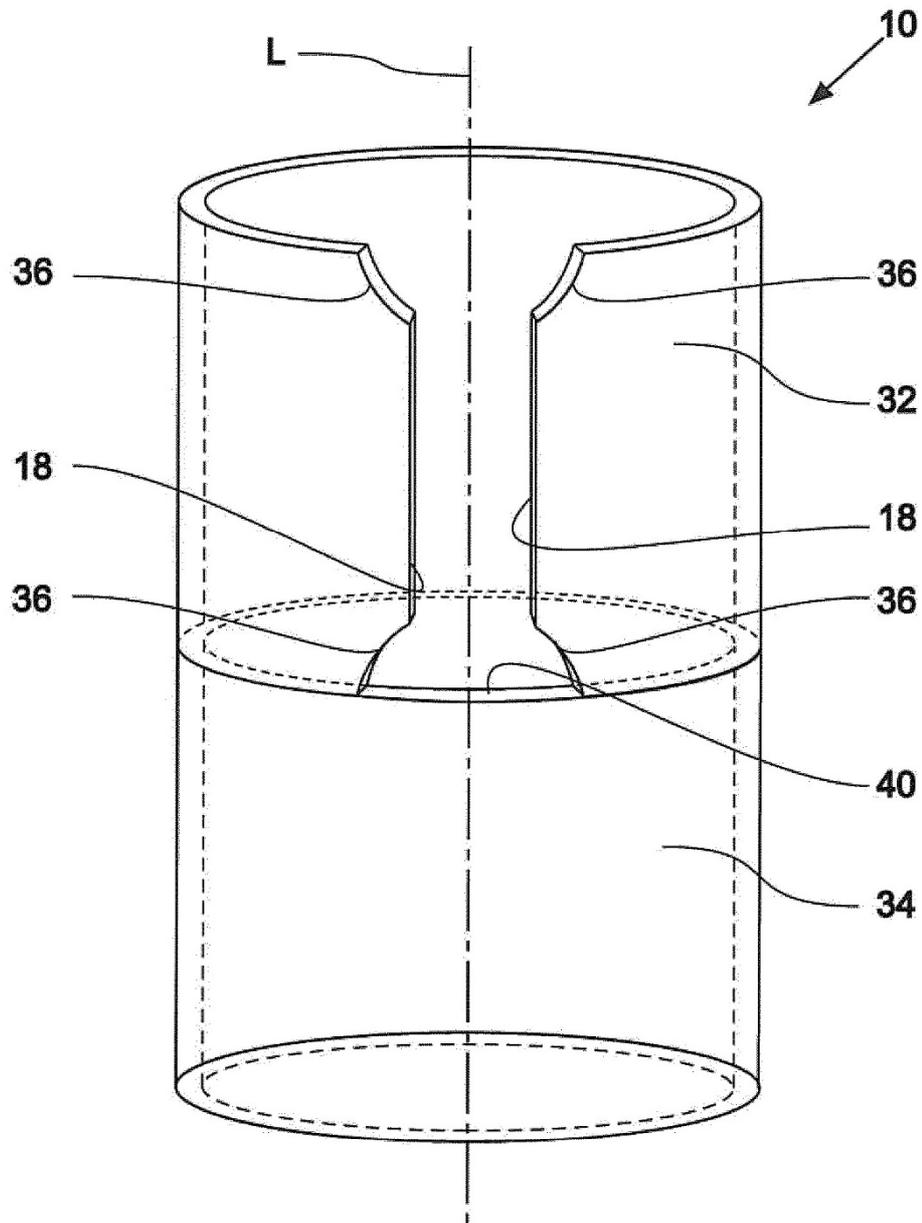


Fig. 4

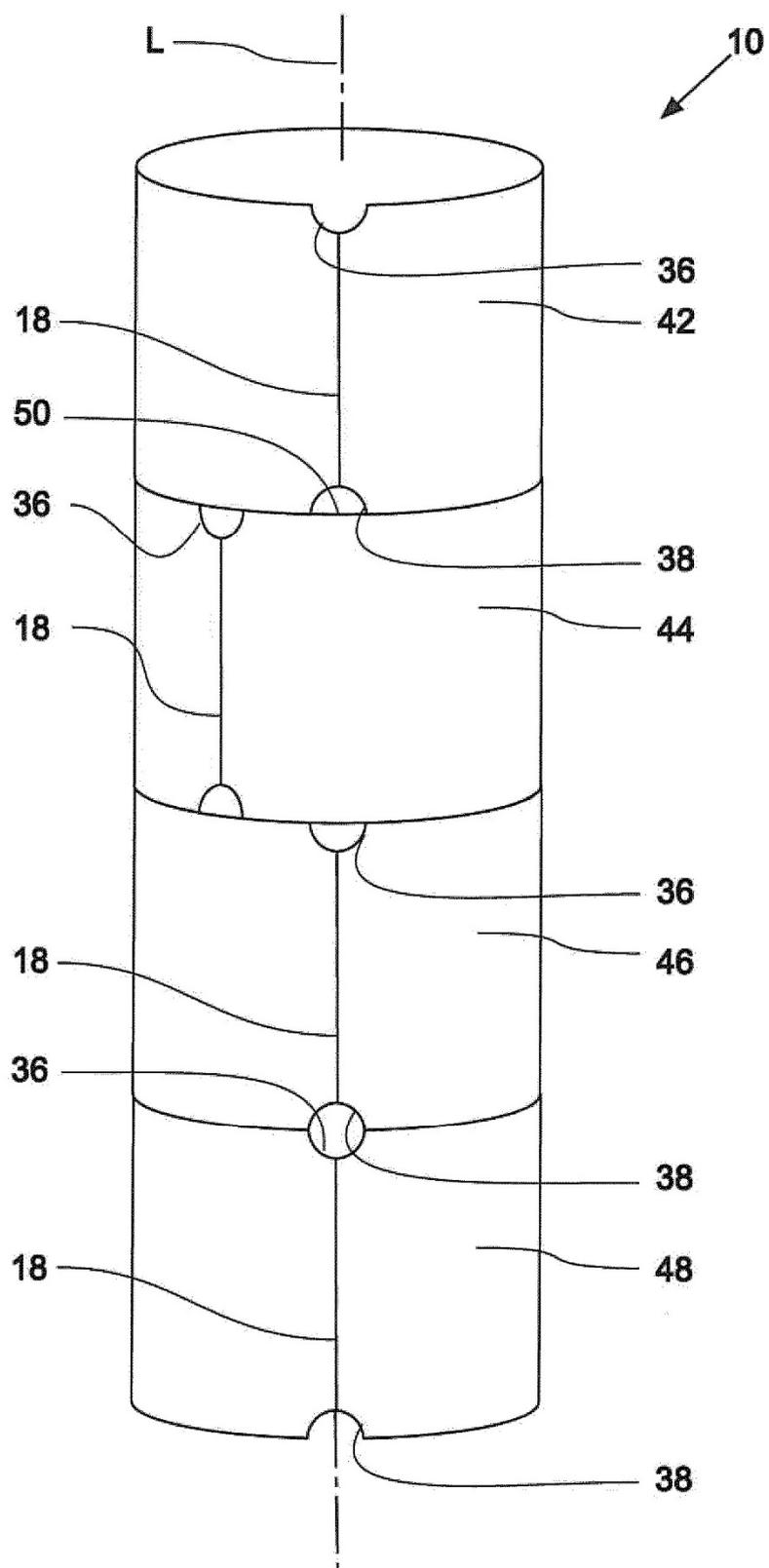
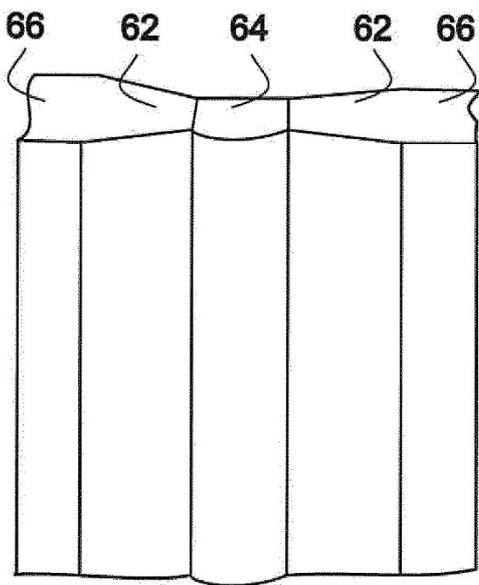
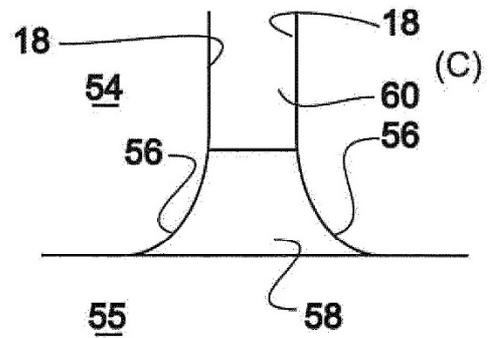
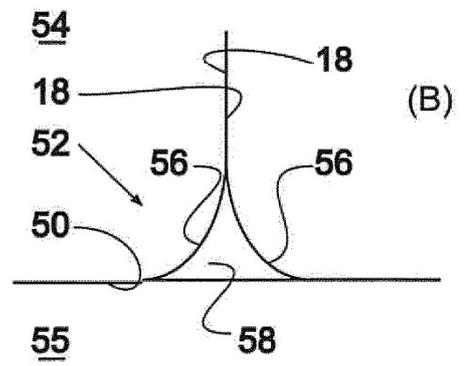
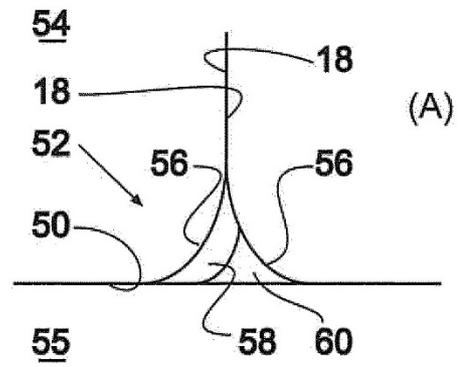
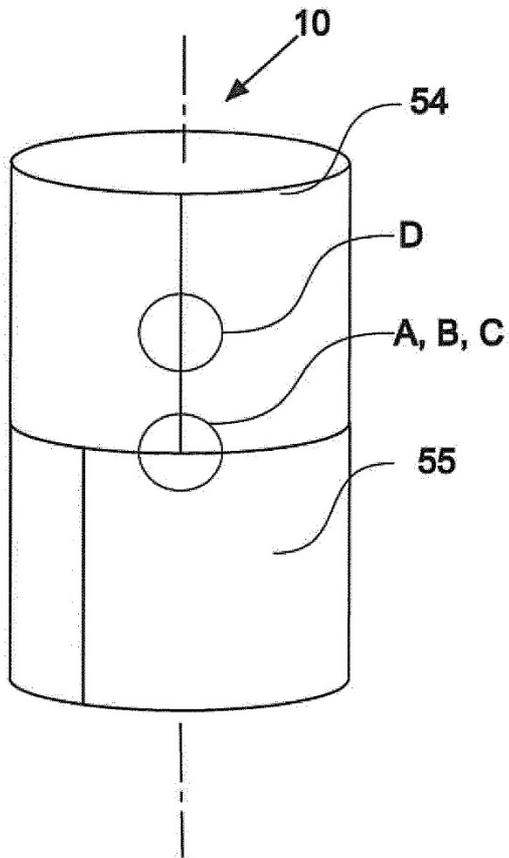


Fig. 5



(D)

Fig. 6