(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 441 975**

(51) Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)
F16B 7/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2010** **E 10754503 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013** **EP 2534312**

(54) Título: **Estructura de cimentación para una turbina eólica**

(30) Prioridad:

25.05.2010 EP 10163750

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.02.2014

(73) Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

(72) Inventor/es:

STIESDAL, HENRIK

(74) Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 441 975 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).

ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN PARA UNA TURBINA EÓLICA

DESCRIPCIÓN

La invención se refiere a una estructura de tipo chaqueta (*jacket*) para construcciones en alta mar (*offshore*), particularmente una estructura de tipo chaqueta para turbinas eólicas en alta mar, que comprende varios perfiles en alineación axial o inclinada y varios elementos de conexión.

Las construcciones en alta mar para diversas estructuras que van a instalarse en el mar son habitualmente necesarias en particular para plantas de energía eólica, es decir, turbinas eólicas, y representan un desafío constructivo en cuanto a que las respectivas estructuras tienen que erigirse sobre el fondo marino por medio de una cimentación apropiada. Por la técnica anterior se conocen varios tipos diferentes de cimentaciones, tales como por ejemplo cimentaciones monopilote, tripilote, trípode o por gravedad.

Asimismo, las estructuras de tipo chaqueta son muy conocidas ya que representan un principio constructivamente simple que presenta buenas propiedades mecánicas debido, particularmente, a una alta relación rigidez-uso de material y, por tanto, se adaptan para erigirse en emplazamientos con altas cargas por oleaje. Además, las estructuras de tipo chaqueta son relativamente económicas.

El documento EP 2067914 A1 da a conocer una estructura de tipo chaqueta conocida que comprende varios perfiles de varilla en alineación axial o inclinada y varios elementos de conexión de tipo nodo, mediante lo cual se consigue una conexión de los perfiles de varilla y los elementos de conexión de tipo nodo por soldadura.

Sin embargo, la soldadura representa un método de conexión relativamente complejo para establecer una conexión estable de las respectivas partes de la estructura de tipo chaqueta. Asimismo, los materiales usados deben poder soldarse, lo que se considera una restricción notable en la selección de posibles materiales aplicables para la estructura de tipo chaqueta. En general, las uniones soldadas para estructuras de tipo chaqueta son bastante complejas en cuanto a planificación y ejecución.

Por lo tanto, el objeto de la invención es proporcionar una estructura de tipo chaqueta para construcciones en alta mar con un principio de conexión mejorado.

Esto se consigue mediante una estructura de tipo chaqueta para construcciones en alta mar tal como se ha descrito anteriormente, en la que se establece una conexión de los perfiles y/o los elementos de conexión por medio de una conexión empernada.

La presente invención proviene de una conexión empernada desmontable de los respectivos perfiles y/o elementos de conexión, que contribuye a una erección generalmente fácil y rápida de la estructura de tipo chaqueta de la invención. Las conexiones empernadas son muy conocidas y constituyen una unión constructivamente sencilla pero mecánicamente estable de los perfiles y/o elementos de conexión. De este modo, los perfiles son habitualmente componentes de tipo varilla que pueden instalarse en alineación axial o inclinada y los elementos de conexión son habitualmente elementos de tipo adaptador que tienen una pieza de base que se extiende axialmente y al menos un saliente a modo de rama que se extiende en un ángulo definido desde la pieza de base. Por tanto, el diseño concreto del elemento de conexión depende en gran medida del diseño constructivo de la estructura de tipo chaqueta. Todas las partes de la estructura de tipo chaqueta se construyen a partir de materiales con capacidad para usarse en aplicaciones en alta mar y particularmente comprenden buenas propiedades mecánicas y anticorrosivas. Los elementos de conexión son preferiblemente piezas de fundición.

En general, la estructura de tipo chaqueta de la invención es fácil de desplegar, es decir, puede desplegarse en el lugar designado de una zona de la construcción en alta mar. De este modo, se obtiene un alto grado de flexibilidad en relación con el diseño constructivo, particularmente por lo que respecta a número, dimensiones, ángulos, etc. de los perfiles y elementos de conexión, respectivamente. Asimismo pueden aceptarse tolerancias fácilmente. Además, los cálculos de carga pueden realizarse rápidamente y, por lo que respecta a mantenimiento y reparación, puede conseguirse un número reducido de inspecciones en relación con las soldaduras o las piezas de fundición, lo que también conduce a una reducción de costes.

El diseño de la estructura de tipo chaqueta no está limitado, es decir, los perfiles pueden conectarse con al menos un perfil adicional y/o al menos un elemento de conexión. Lo mismo sucede con los elementos de conexión, que pueden conectarse a al menos un perfil en alineación axial y/o al menos un perfil adicional en una alineación inclinada y/o al menos un elemento de conexión adicional. Por tanto, es posible una amplia gama de diseños individuales diferentes de la estructura de tipo chaqueta de la invención.

Se prefiere que cada perfil y cada elemento de conexión comprenda al menos una parte de conexión para conectarse con al menos un perfil y/o elemento de conexión adicional. Las respectivas partes de conexión presentan una función esencial en la unión mecánica de la invención y pueden considerarse como la parte en la que se establece una conexión empernada entre un perfil y/o un elemento de conexión y un perfil y/o elemento de conexión

precedente o sucesivo. Por tanto, el diseño constructivo de la estructura de tipo chaqueta, es decir los perfiles y los elementos de conexión, pone en contacto íntimo otras respectivas partes de conexión, de modo que la conexión empernada puede realizarse rápidamente.

De este modo, es ventajoso que la parte de conexión esté prevista en respectivos extremos libres de los perfiles y los elementos de conexión. De esta manera puede lograrse una erección rápida y fácil de la estructura de tipo chaqueta.

Los extremos libres de los perfiles pueden disponerse en alineación axial y los extremos libres de los elementos de conexión se disponen favorablemente en inclinación axial e inclinada. Por tanto, los perfiles comprenden preferiblemente dos extremos libres orientados en dirección axial, mientras que los elementos de conexión comprenden preferiblemente al menos dos extremos libres, es decir, al menos uno en alineación axial y al menos otro en alineación inclinada con respecto a la alineación axial de los perfiles, lo que provoca la mencionada flexibilidad constructiva por lo que respecta a los diversos diseños de la estructura de tipo chaqueta de la invención.

Es posible que la conexión empernada se proporcione mediante pernos que penetran al menos a través de al menos dos partes de conexión de los perfiles y/o elementos de conexión, dispuestas de manera adyacente, mediante lo cual los extremos libres de los pernos se fijan mediante respectivos medios de bloqueo, particularmente tuercas. Esta realización se considera como el principio de conexión básico de dos partes dispuestas de manera adyacente, es decir perfiles y/o elementos de conexión. Tuercas o similares sirven como medios de bloqueo adecuados de los respectivos pernos en los elementos de conexión. Los pernos pueden estar dotados de roscas.

Del mismo modo, es posible que un perno penetre desde una parte de conexión de un primer perfil o elemento de conexión a través de al menos una parte de conexión de al menos un perfil y/o elemento de conexión adicional dispuesto aguas abajo de al menos una parte de conexión de un perfil y/o elemento de conexión adicional. Esta realización requiere de pernos largos ya que deben poder penetrar axialmente a través de al menos un perfil o elemento de conexión, respectivamente, es decir, la longitud del perno debe exceder la longitud total del respectivo perfil y/o elemento de conexión. De este modo, dependiendo de la longitud del perno, el perno puede penetrar a través de uno o más perfiles y/o elementos de conexión. Por lo tanto, según esta realización, puede conseguirse una conexión mecánica, es decir, empernada, de varios perfiles y/o elementos de conexión usando un número reducido de pernos.

De ese modo, es concebible que el perno esté envuelto, al menos parcialmente, por un manguito. El manguito principalmente cubre o protege la parte del perno que se extiende o penetra a través de los perfiles y/o elementos de conexión en cuanto a protección adicional frente a la corrosión, por ejemplo. El manguito puede adherirse, contraerse o unirse de manera estable de otro modo a la respectiva parte del perno.

La parte de conexión se proporciona mediante al menos una pestaña que se extiende radialmente hacia dentro y/o hacia fuera. De este modo, las pestañas que se extienden radialmente hacia fuera son fácilmente accesibles y, por tanto, ventajosas en cuanto a establecer la conexión empernada de la invención. Sin embargo, los pernos se exponen a la atmósfera corrosiva del mar. En cambio, las pestañas que se extienden radialmente hacia dentro no se exponen directamente a los ambientes específicos o a las condiciones relacionadas con las construcciones en alta mar, pero la conexión puede ser relativamente compleja, por lo que el personal encargado tiene que acceder al interior de la estructura de tipo chaqueta o a los respectivos perfiles y/o partes de conexión para construir la conexión empernada de la invención. Lo mismo sucede en casos de mantenimiento o reparación de la estructura de tipo chaqueta de la invención o partes de la misma. Por supuesto, la parte de conexión puede comprender pestañas que se extienden radialmente tanto hacia dentro como hacia fuera, los que aumenta igualmente el número de posibles conexiones empernadas y favorece la estabilidad mecánica de la conexión empernada.

Se prefiere que cada pestaña comprenda al menos una perforación a través de la cual pueda penetrar un perno. Las perforaciones pueden construirse como pasos, aberturas, orificios pasantes o similares y se adaptan a las dimensiones, es decir particularmente al diámetro exterior de los respectivos pernos. Las perforaciones pueden estar dotadas de una rosca interior, que puede acoplarse a una rosca exterior proporcionada por los pernos. Esto además aumenta la estabilidad mecánica de la conexión empernada de la invención.

En una realización adicional de la invención, el perfil y/o el elemento de conexión es al menos parcialmente hueco. De este modo, la estructura de tipo chaqueta o los perfiles y/o elementos de conexión respectivamente pueden representar una construcción relativamente ligera, lo que se prefiere en cuanto a transporte y manipulación de las respectivas partes. Para aumentar la estabilidad mecánica, los perfiles y/o elementos de conexión pueden comprender partes al menos parcialmente extendidas macizas. En caso necesario, los perfiles y/o elementos de conexión pueden construirse como piezas completamente macizas.

Se prefiere que el perfil y/o el elemento de conexión tenga una sección transversal circular o elíptica. Las secciones transversales circulares o elípticas muestran una buena estabilidad mecánica debido a su forma geométrica y pueden además fabricarse rápidamente. Por supuesto, pueden aplicarse también otras formas de sección transversal, tales como formas rectangulares o triangulares por ejemplo.

De este modo, es posible que el perfil tenga la misma o diferente sección transversal que el elemento de conexión. El diseño específico de la sección transversal desempeña un papel bastante secundario en el principio de conexión de la invención ya que se basa en partes de conexión correspondientes dispuestas de manera adyacente, dispuestas en perfiles y/o elementos de conexión alineados de manera adyacente. Con el uso de perfiles y/o elementos de conexión de secciones transversales diferentes, puede ser factible un grado de flexibilidad adicional en relación con la estructura de tipo chaqueta de la invención, ya que esto apoya adicionalmente la posibilidad de construir la estructura de tipo chaqueta de la invención desde un punto de vista de un sistema modular.

Asimismo, la invención se refiere a una turbina eólica que comprende una estructura de tipo chaqueta tal como se ha descrito anteriormente.

A continuación se describe la invención en detalle haciendo referencia a las figuras, mediante las cuales:

la figura 1 muestra una vista básica en sección de una estructura de tipo chaqueta de la invención según una primera realización a modo de ejemplo de la invención;

la figura 2 muestra una vista básica en sección de una estructura de tipo chaqueta de la invención según una segunda realización a modo de ejemplo de la invención;

la figura 3 muestra una vista básica en sección de una estructura de tipo chaqueta de la invención según una tercera realización a modo de ejemplo de la invención;

la figura 4 muestra una vista básica en sección de una estructura de tipo chaqueta de la invención según una cuarta realización a modo de ejemplo de la invención;

la figura 5 muestra una vista básica en sección de una estructura de tipo chaqueta de la invención según una quinta realización a modo de ejemplo de la invención.

La figura 1 muestra una vista básica en sección de una estructura 1 de tipo chaqueta de la invención según una primera realización a modo de ejemplo de la invención. La estructura 1 de tipo chaqueta comprende varios perfiles 2 de tipo varilla huecos, alineados axialmente, y un elemento 3 de conexión tipo adaptador o nodo que tiene una parte 4 de base hueca, alineada axialmente, y una ramificación 5 hueca, construida de manera integrada, que se extiende en un ángulo α desde a la parte 4 de base. Se proporciona una conexión de la estructura 1 de tipo chaqueta, es decir, los perfiles 2 y el elemento 3 de conexión, mediante una conexión empernada desmontable que comprende pernos 6 que penetran a través de respectivas perforaciones u orificios pasantes en respectivas partes de conexión en forma de pestañas 7 que se extienden radialmente hacia dentro proporcionadas por los extremos libres axiales de los perfiles 2 y el elemento 3 de conexión, es decir, su parte 4 de base respectivamente. El diámetro exterior de los pernos 6 está roscado de manera que los pernos 6 pueden fijarse acoplándose en tuercas 8 correspondientemente roscadas. Las líneas discontinuas entre los extremos libres radiales de las pestañas 7 enfrentadas entre sí indican que los respectivos extremos axiales libres de los perfiles 2 y los elementos 3 de conexión pueden estar cerrados también, de manera que los perfiles 2 y los elementos de conexión 3 esencialmente definen un volumen axial cerrado.

Como puede discernirse adicionalmente, el extremo libre de la ramificación 5 del elemento 3 de conexión no comprende una respectiva pestaña 7, es decir, una parte adicional tal como un perfil 2 adicional en alineación inclinada con respecto a los perfiles 2 que se extienden axialmente podría soldarse circunferencialmente al respectivo extremo libre de la ramificación 5, por ejemplo.

Todas las partes de la estructura 1 de tipo chaqueta se realizan a partir de un material mecánicamente estable que presenta propiedades anticorrosivas excepcionales, tal como acero inoxidable por ejemplo, ya que la estructura 1 de tipo chaqueta favorablemente representa una cimentación de una turbina eólica en alta mar y, por tanto, se dispone regularmente bajo el agua. Las partes que van a soldarse son preferiblemente piezas de fundición, particularmente en relación con el elemento 3 de conexión. Posiblemente pueden aplicarse ciertos revestimientos o barnices inhibidores de la corrosión a las superficies exteriores de los perfiles 2 y los elementos de conexión 3 respectivamente.

Tanto los perfiles 2 como los elementos de conexión 3 comprenden una sección transversal circular, sus dimensiones, particularmente por lo que respecta a diámetros interiores y exteriores así como a los espesores de las paredes, son favorablemente las mismas.

La figura 2 muestra una vista básica en sección de una estructura 1 de tipo chaqueta de la invención según una segunda realización a modo de ejemplo de la invención. La diferencia esencial con la realización representada en la figura 1 puede verse en la longitud de los pernos 6 que se extienden axialmente desde el perfil 2 superior a través de respectivas perforaciones en las pestañas 7 dispuestas de manera adyacente del perfil 2 y el elemento 3 de conexión a través de todo el elemento 3 de conexión y, adicionalmente, a través de respectivas perforaciones

proporcionadas por pestañas 7 dispuestas de manera adyacente proporcionadas por el elemento 3 de conexión y el perfil 2 inferior hasta el interior del perfil 2 inferior en el que se fija por medio de tuercas 8. Por tanto, la conexión de los dos perfiles 2 y el elemento 3 de conexión requiere sólo dos pernos 6 en el sentido de pernos 6 largos. Por consiguiente, el número de medios de conexión, es decir de pernos 6 y tuercas 8, puede reducirse de ese modo.

Como puede discernirse en la figura 3, que representa una vista básica en sección de una estructura 1 de tipo chaqueta de la invención según una tercera realización a modo de ejemplo de la invención, la parte de los pernos 6 que se extiende a través del elemento 3 de conexión puede estar rodeada por un manguito 9. Por este modo, el manguito 9 puede actuar como una pantalla de protección inhibidora de la corrosión para las respectivas partes de los pernos 6. El manguito 9 puede estar hecho a partir de un polímero.

Tal como se representa en la figura 4, que muestra una vista básica en sección de una cuarta realización de la presente invención, el respectivo extremo libre de la ramificación 5 del elemento 3 de conexión puede dotarse también de una parte de conexión en forma de pestañas 7 que se extienden radialmente hacia dentro. De este modo, la ramificación 5 puede conectarse también con un perfil 2 en una alineación inclinada que tiene extremos libres formados respectivamente, es decir que tiene correspondientes pestañas 7 que se extienden radialmente hacia dentro que comprenden perforaciones a través de las cuales pueden penetrar pernos 6 para establecer una conexión empernada del elemento 3 de conexión y el perfil 2 en alineación inclinada.

La figura 5 muestra una vista básica en sección de una estructura 1 de tipo chaqueta de la invención según una quinta realización a modo de ejemplo de la invención. Basándose en la disposición de la estructura 1 de tipo chaqueta según la figura 5 puede discernirse que son factibles según la invención varias posibles disposiciones de perfiles 2 y elementos de conexión 3, lo que significa a su vez que la estructura de tipo chaqueta de la invención ofrece un alto grado de flexibilidad constructiva.

Como puede discernirse en la figura 5, la estructura 1 de tipo chaqueta comprende una pila de perfiles 2 y elementos de conexión 3 alineados axialmente, mediante lo cual dos elementos de conexión 3 dispuestos de manera adyacente se disponen entre dos perfiles 2, es decir se conectan entre los perfiles 2 axiales entre sí y con los respectivos perfiles 2 por medio de la conexión empernada de la invención. Por supuesto, son aplicables otras disposiciones también, es decir la disposición de perfiles 2 y/o elementos de conexión 3 sucesivos no está limitada.

La estructura 1 de tipo chaqueta de la invención ofrece multitud de ventajas en particular en comparación con las estructuras de tipo chaqueta con juntas soldadas conocidas por la técnica anterior. Las ventajas hacen referencia principalmente al campo de la planificación y ejecución de la erección de las respectivas estructuras de tipo chaqueta 1 que favorablemente sirven como cimentación para turbinas eólicas en alta mar.

REIVINDICACIONES

1. Estructura (1) de tipo chaqueta para construcciones en alta mar, particularmente estructura (1) de tipo chaqueta para una turbina eólica de alta mar, que comprende varios perfiles (2) de varilla en alineación axial o inclinada y varios elementos (3) de conexión de tipo nodo, mediante lo cual se establece una conexión de los perfiles (2) y/o los elementos (3) de conexión por medio de una conexión empernada.

2. Estructura (1) de tipo chaqueta según la reivindicación 1, en la que un perfil (2) se conecta a al menos un perfil (2) adicional y/o al menos un elemento (3) de conexión.

3. Estructura (1) de tipo chaqueta según la reivindicación 1 ó 2, en la que un elemento (3) de conexión se conecta a al menos un perfil (2) en alineación axial y/o al menos un perfil (2) adicional en una alineación inclinada y/o al menos un elemento (3) de conexión adicional.

4. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones anteriores, en la que cada perfil (2) y cada elemento (3) de conexión comprende al menos una parte de conexión para conectarse con, al menos, un perfil (2) y/o elemento (3) de conexión adicional.

5. Estructura (1) de tipo chaqueta según la reivindicación 4, en la que la parte de conexión está prevista en los extremos libres respectivos de los perfiles (2) y los elementos (3) de conexión.

6. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones 4 ó 5, en la que los extremos libres del perfil (2) se disponen en alineación axial y los extremos libres del elemento (3) de conexión se disponen en alineación axial e inclinada.

7. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones 4 a 6, en la que la conexión empernada se proporciona mediante pernos (6) que penetran al menos a través de al menos dos partes de conexión de los perfiles (2) y/o los elementos (3) de conexión, dispuestas de manera adyacente, mediante lo cual los extremos libres de los pernos (6) se fijan mediante respectivos medios de bloqueo, particularmente tuercas (8).

8. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones 7, en la que un perno (6) penetra desde una parte de conexión de un primer perfil (2) o elemento (3) de conexión a través de al menos una parte de conexión de al menos un perfil (2) y/o elemento (3) de conexión adicional dispuestos aguas abajo de al menos una parte de conexión de un perfil (2) y/o elemento (3) de conexión adicional.

9. Estructura (1) de tipo chaqueta según la reivindicación 8, en la que el perno (6) está, al menos parcialmente, envuelto por un manguito (9).

10. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones 4 a 9, en la que la parte de conexión se proporciona mediante al menos una pestaña (7) que se extiende radialmente hacia dentro y/o hacia fuera.

11. Estructura (1) de tipo chaqueta según la reivindicación 10, en la que cada pestaña (7) comprende al menos una perforación a través de la cual puede penetrar un perno (6).

12. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el perfil (2) y/o el elemento (3) de conexión es al menos parcialmente hueco.

13. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el perfil (2) y/o el elemento (3) de conexión tiene una sección transversal circular o elíptica.

14. Estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el perfil (2) tiene la misma o diferente sección transversal que el elemento (3) de conexión.

15. Turbina eólica que comprende una estructura (1) de tipo chaqueta según una de las reivindicaciones anteriores.

FIG 1

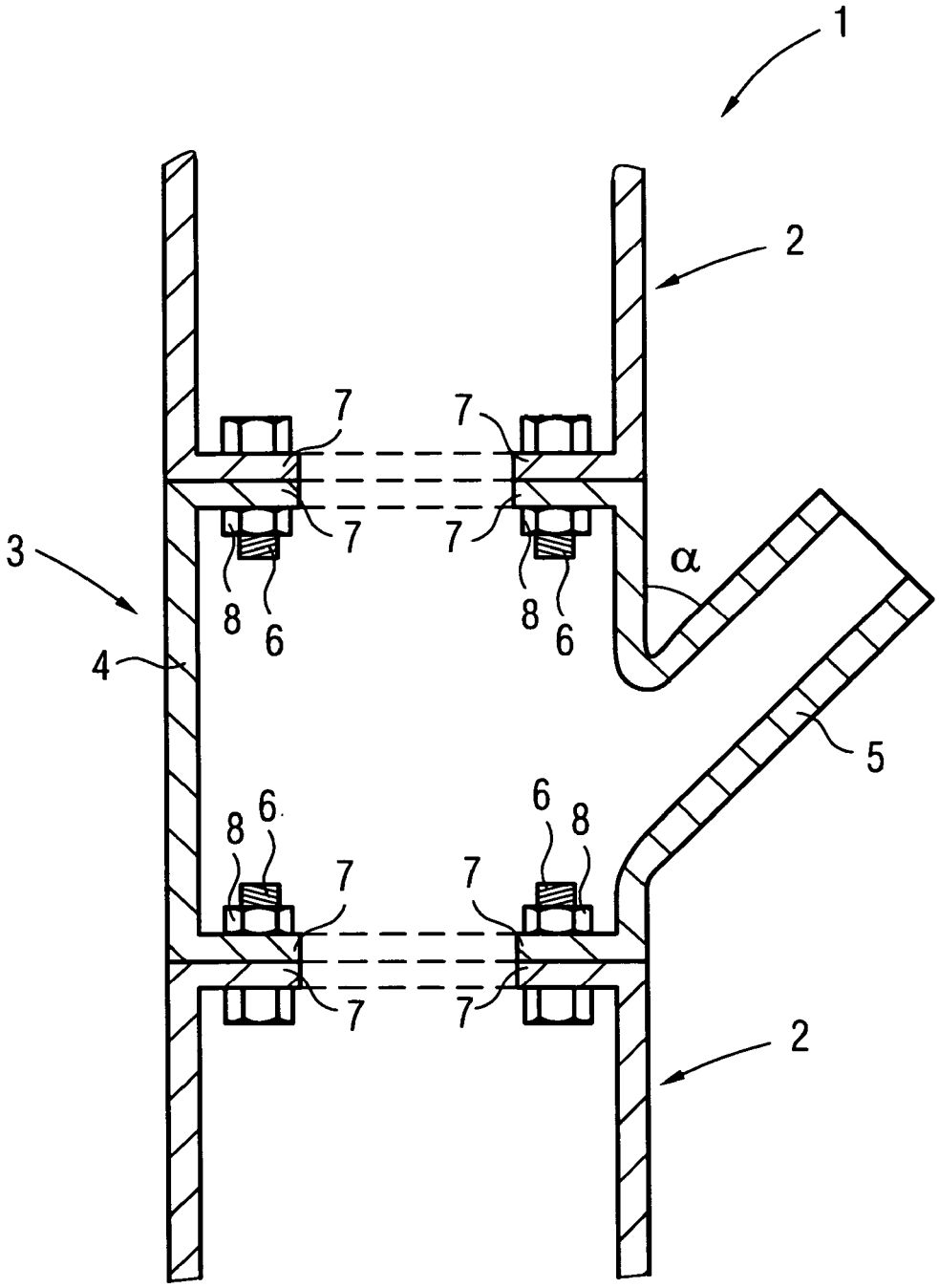

FIG 2

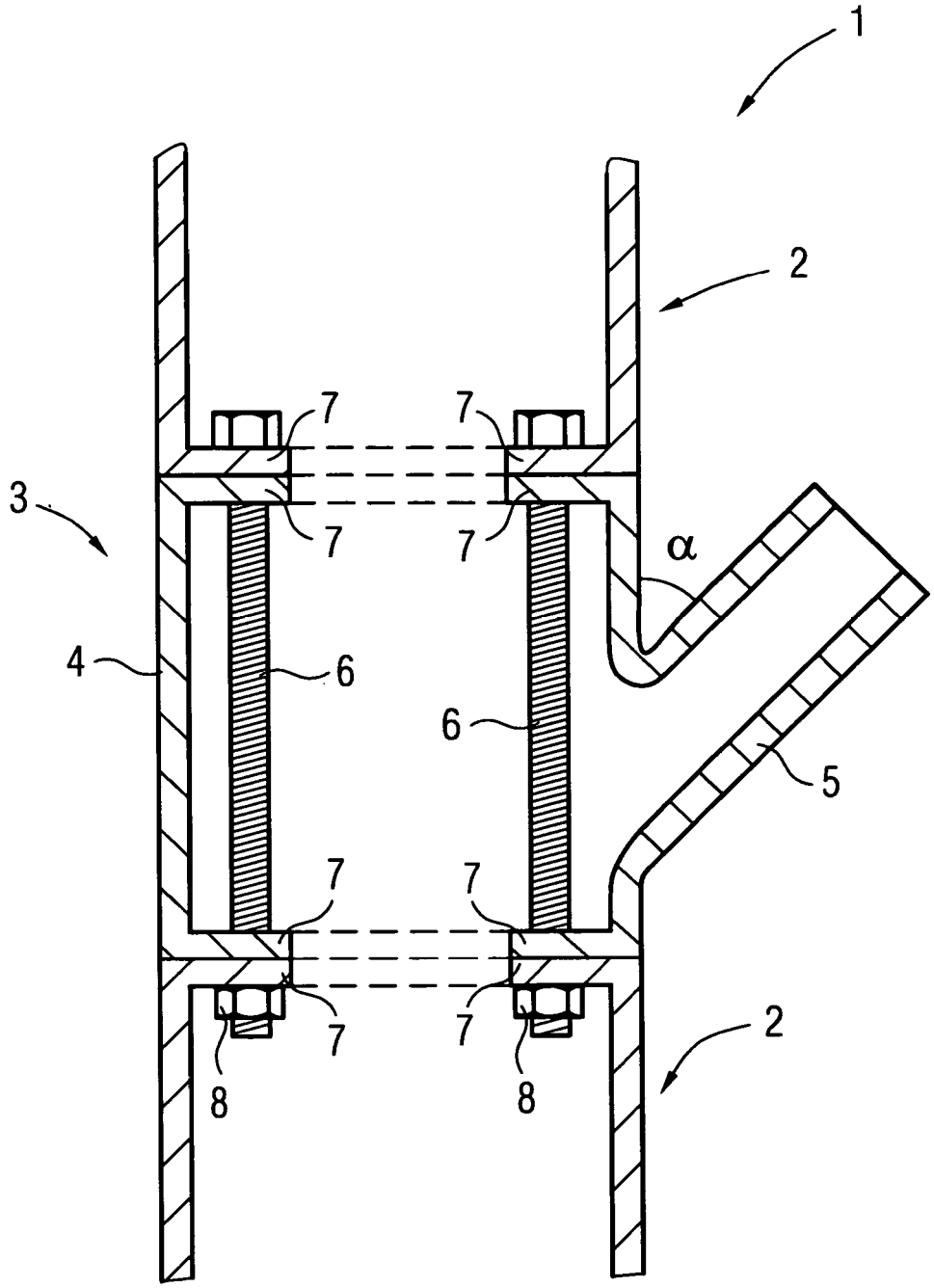

FIG 3

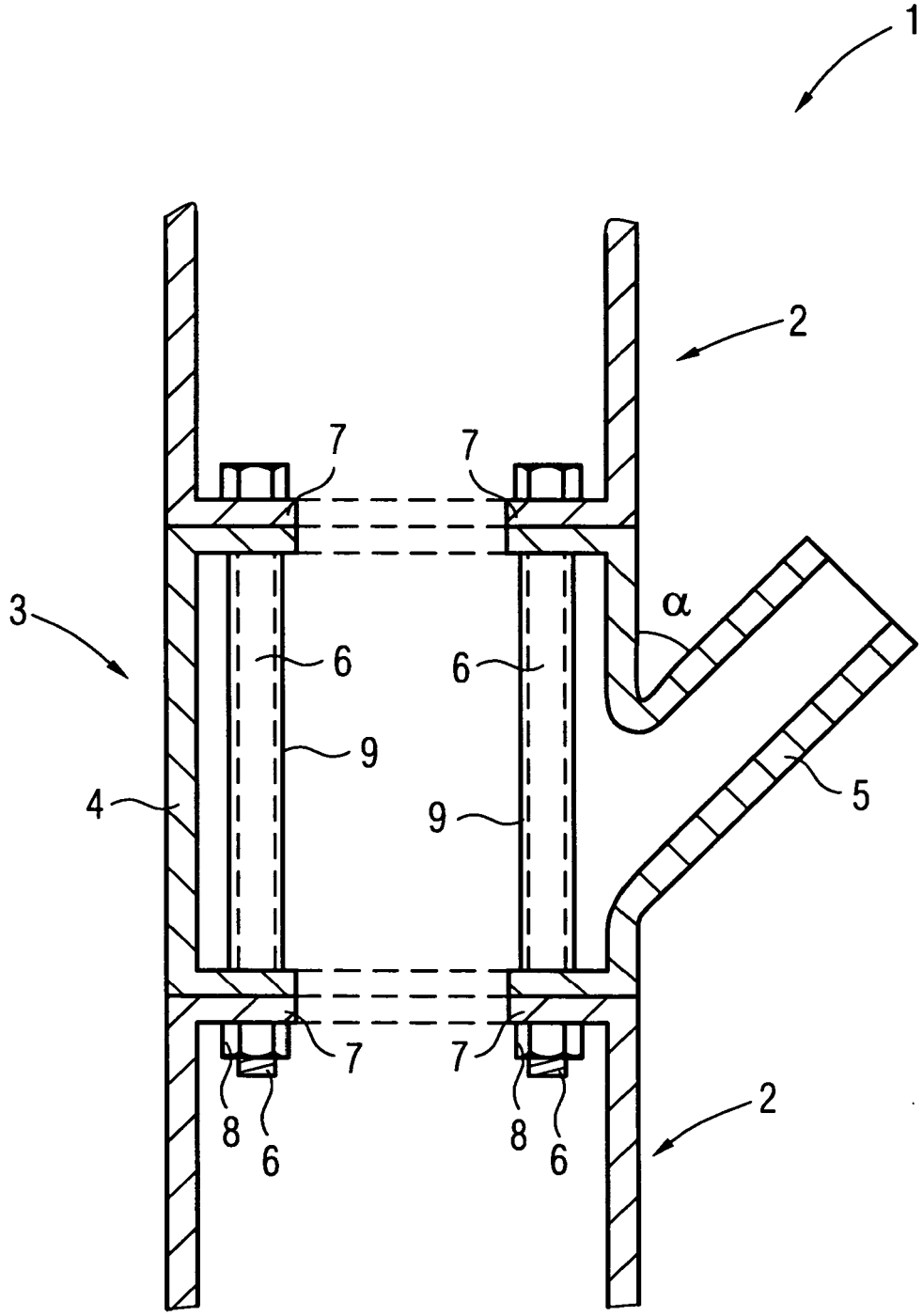

FIG 4

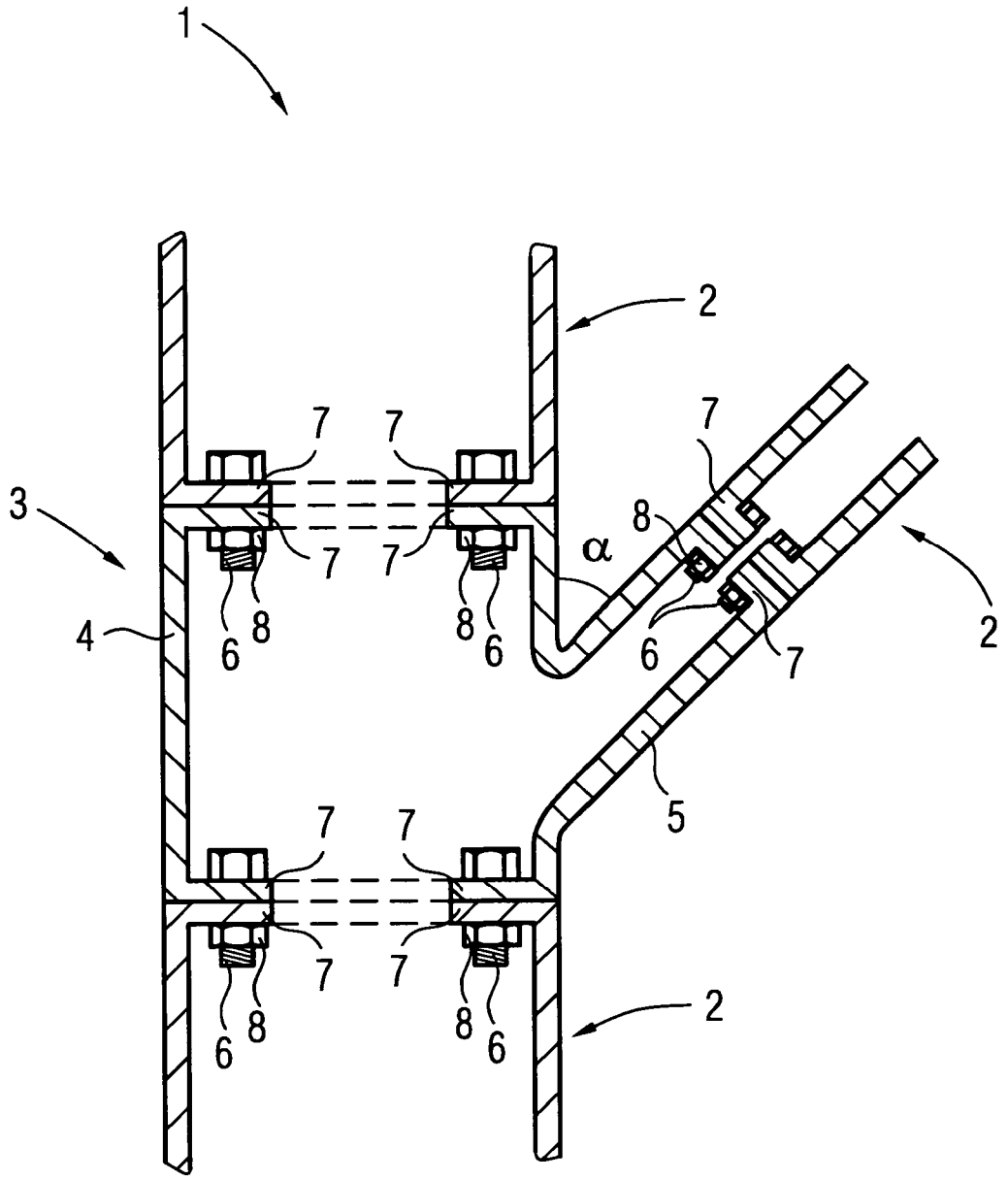
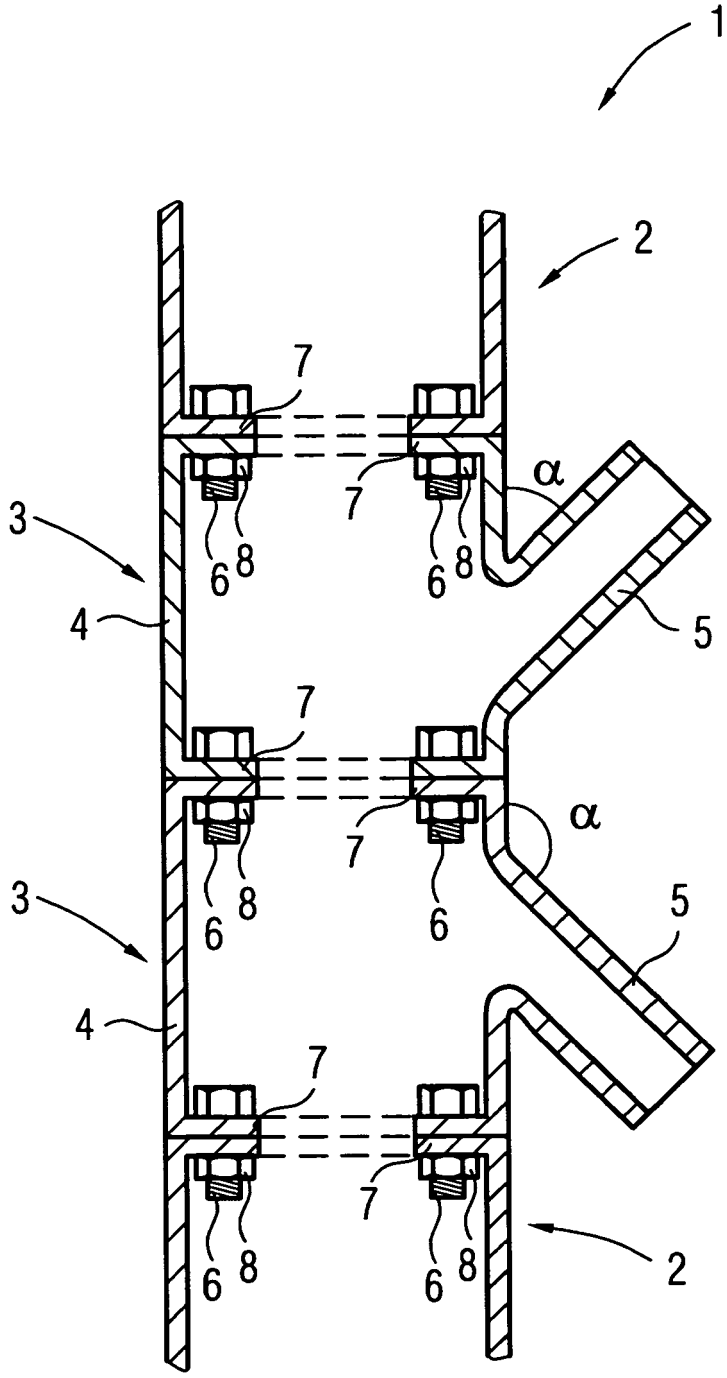
FIG 5