

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 134**

51 Int. Cl.:

E02B 17/00 (2006.01)

E02B 17/02 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

E04H 12/00 (2006.01)

E04H 12/16 (2006.01)

E04H 12/22 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

E04H 12/10 (2006.01)

E04C 3/04 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2012 PCT/NO2012/050098**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2012 WO12165969**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2012 E 12792710 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2715130**

54 Título: **Elemento de transición para conectar una torre a una envolvente**

30 Prioridad:

27.05.2011 NO 20110776

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

27.11.2017

73 Titular/es:

**OWEC TOWER AS (100.0%)
Storetveitveien 96
5072 Bergen, NO**

72 Inventor/es:

FOSS, GUNNAR

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 644 134 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

Elemento de transición para conectar una torre a una envolvente

5 Se proporciona un elemento de transición para conectar una torre a una envolvente. Más precisamente, se proporciona un elemento de transición entre una envolvente que tiene cuatro patas y una torre donde la porción inferior de la torre está fijada a una placa de torsión que está conectada a la porción superior de las patas, y un tirante que se extiende desde cada pata, donde cada tirante incluye un travesaño que está fijada a la porción superior de la pata y una placa que está fijada a la torre en una porción de contacto por encima de la placa de torsión.

10 El dispositivo se ilustra a continuación por medio de una estructura de torre de soporte de un aerogenerador, una estructura de este tipo muestra adecuadamente los desafíos planteados por la invención. La invención no se limita a una torre para aerogeneradores, Sino que puede utilizarse en una serie de estructuras, en las que existen patrones de fuerzas similares.

15 Para evitar la colisión con las palas del aerogenerador, la porción superior de una torre de aerogenerador debe estar formada como una estructura delgada. A partir de aerogeneradores terrestres se sabe que esta estructura delgada, que a menudo es en forma de una tubería, está conectada a una base en el suelo.

Cuando los aerogeneradores se colocan fuera de la costa y más a menudo en aguas relativamente profundas, no es práctico utilizar una tubería que se extiende desde la base del aerogenerador y hasta la góndola del aerogenerador.

20 Por lo tanto, la estructura de torre de soporte de los aerogeneradores conocidos que se colocan fuera de la costa, tiene a menudo una porción de torre superior tubular y una porción inferior, en la que la porción inferior puede ser en forma de una envolvente.

25 El elemento de transición entre la porción de torre delgada superior y la envolvente inferior está formado a menudo por una estructura relativamente pesada y complicada. La razón es, entre otras cosas, que se aplican principios de construcción que se conocen a partir de equipos de recuperación de petróleo basados en el mar. Dichos equipos están dimensionados para fuerzas de olas considerables y para manejar equipo pesado, y para permitir que el personal esté presente en la estructura en todo momento.

En instalaciones de aerogeneradores fuera de la costa, el diseño de la estructura se determina normalmente por las fuerzas del viento.

30 Los elementos de transición conocidos deben ajustarse de tal manera que el período natural de la torre sea lo suficientemente corto para el aerogenerador en cuestión. Esto contribuye a un aumento adicional en el peso de la torre.

35 El documento de patente WO 2009/157775 desvela un elemento de transición para conectar una torre a una envolvente. Los apoyos diagonales en forma de tubería están comprimidos en su extremo superior, y el extremo comprimido está conectado a una porción de placa de forma cónica. El documento de patente GB 273127 desvela un armazón de fijación que comprende elementos tubulares. Los tubos están conectados con placas de conexión. Cada tubo está ranurado para acoplar la placa de conexión. El documento de patente DE 586542 desvela elementos tubulares provistos de un extremo redondeado. El extremo redondeado está ranurado para acoplar una placa de conexión. El documento de patente FR 1288143 también desvela elementos tubulares con un extremo cerrado. La porción de extremo está provista de ranuras para acoplar una placa de conexión.

El objetivo de la invención es superar o reducir al menos una de las desventajas de la técnica anterior.

40 El objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante las características como se desvelan en la descripción que sigue y en las siguientes reivindicaciones de patente.

45 Se proporciona una estructura fuera de la costa para un aerogenerador que comprende una envolvente que tiene cuatro patas y una torre, en la que la porción inferior de la torre está fijada a una placa de torsión que está conectada a la porción superior de las patas, y un tirante que se extiende desde cada pata, en la que cada tirante incluye un travesaño, el travesaño forma una primera porción de extremo y una segunda porción de extremo, el travesaño está fijado a la porción superior de cada pata; y una placa que está fijada a la torre en una porción de contacto por encima de la placa de torsión, la placa está fijada a la torre en la dirección circunferencial y tiene un eje de simetría común con el travesaño, la placa está fijada a la primera porción de extremo del travesaño, en la que la placa es plana, y la porción de contacto entre la placa y la torre sigue una trayectoria elíptica. La placa puede estar fijada al travesaño en dos hendiduras que se extienden axialmente en el travesaño en la primera porción de extremo en lados diametralmente opuestos. Las placas de todos los tirantes pueden cubrir juntas al menos el 40 % de la circunferencia de la torre. Las placas de todos los tirantes pueden cubrir juntas al menos el 50% de la circunferencia de la torre. Las placas de todos los tirantes pueden cubrir juntas al menos el 60% de la circunferencia de la torre. Las placas de todos los tirantes pueden cubrir juntas al menos el 70% de la circunferencia de la torre. Las placas de todos los tirantes pueden cubrir juntas al menos el 80% de la circunferencia de la torre. Las placas de todos los

tirantes pueden cubrir juntas al menos el 90% de la circunferencia de la torre.

La torre puede comprender un tirante anular. La torre puede tener un espesor de pared aumentado en la porción de contacto.

5 Los tirantes pueden estar diseñados para soportar toda la fuerza axial en la torre. Los momentos de flexión desde la torre pueden hacerse antimétricos por los tirantes en parejas.

Al menos una porción de extremo del travesaño puede estar provista de dos cortes angulares que forman una porción de extremo puntiaguda.

10 Una placa puede estar fijada a una porción más alta de la porción superior, en la que la porción más alta puede extenderse por encima de la placa de torsión, en la dirección circunferencial de la porción más alta y que la placa puede tener un eje de simetría común con el travesaño, y una porción de contacto entre la placa y la porción más alta es elíptica. La placa puede estar fijada al travesaño en dos hendiduras que se extienden axialmente dentro del travesaño en la segunda porción de extremo en lados diametralmente opuestos. La segunda porción de extremo del travesaño puede estar provista de dos cortes angulares que forman una porción de extremo puntiaguda.

15 El travesaño puede estar provisto de al menos una placa de cierre soldada al travesaño y a la placa. La placa de cierre puede tener forma de D. El travesaño puede estar provisto de placas de cierre en ambas porciones de extremo.

La placa puede comprender un recorte curvado que forma dos lengüetas opuestas, las lengüetas pueden estar situadas en las hendiduras cuando la placa está en su posición de uso. Las placas en ambas porciones de extremo del travesaño pueden comprender un recorte curvado.

20 Como las placas se pueden considerar que son membranas, las placas solo soportarán cantidades insignificantes de momentos de flexión y los travesaños recibirán casi completamente fuerzas de tensión y de compresión y el flujo de fuerza en los tirantes, es mucho más simplificado en comparación con los tirantes conocidos.

El flujo de fuerza se explica en la parte especial de la descripción con referencia a los dibujos.

25 No es necesario que las placas cubran la circunferencia completa de la torre. Es suficiente que las placas de todos los tirantes juntos cubran al menos el 40 % de la circunferencia de la torre. En una realización alternativa, las placas cubren al menos el 50 % de la circunferencia de la torre. En una realización más preferida, las placas cubren al menos el 60 % de la circunferencia de la torre. En una realización alternativa adicional, las placas cubren al menos el 70 % de la circunferencia de la torre. En una realización adicional, las placas cubren al menos el 80 % de la circunferencia de la torre y, en una realización adicional, las placas cubren al menos el 80 % de la circunferencia de la torre. En las realizaciones en las que las placas cubren al menos el 40 % o el 50 % o el 60 % de la circunferencia de la torre, puede ser necesario proporcionar a la torre un refuerzo anular como se conoce en la técnica. De esta manera, se mantiene la forma circular de la torre.

La torre puede tener un espesor de pared ampliado en las posiciones de contacto donde la placa está fijada a la torre, para absorber las fuerzas llevadas por los tirantes.

35 Puesto que la placa de torsión no está diseñada para soportar fuerzas verticales desde la torre, los tirantes están diseñados para soportar estas fuerzas.

Los momentos de flexión desde la torre se hacen normalmente antimétricos mediante los tirantes en parejas. Vea la explicación en la parte especial de la descripción.

40 El elemento de transición de acuerdo con la invención simplifica sustancialmente la estructura de transición entre la torre y la envolvente, también porque se hace superfluo un refuerzo de anillo que normalmente está presente en la torre.

A continuación, se explica un ejemplo de un dispositivo preferido con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

- La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un aerogenerador fuera de la costa;
- La figura 2 muestra una vista en perspectiva de un elemento de transición del aerogenerador de la figura 1;
- 45 La figura 3 muestra una vista en planta del elemento de transición de la figura 2;
- La figura 4 muestra un alzado del elemento de transición en la figura 2;
- La figura 5 muestra una sección III-III en la figura 3;
- La figura 6 muestra el elemento de transición en una segunda realización;
- La figura 7 muestra una vista en perspectiva de la segunda realización mostrada en la figura 6;

La figura 8 muestra una vista en perspectiva del detalle del elemento de transición en una escala mayor; y

La figura 9 muestra una vista en planta de una placa en el elemento de transición.

5 En los dibujos, el número de referencia 1 indica un elemento de transición entre una torre 2 y una envolvente 4 de un molino 6 de viento. La torre 2 es en forma de un elemento tubular y la envolvente 4 es en forma de un bastidor espacial triangular que tiene cuatro patas 8. En esta realización preferida, el elemento de transición es una construcción de acero soldado.

10 Una placa 10 de torsión horizontal está fijada a una porción 12 superior de cada una de las patas 8. Una porción 14 de torre inferior, aquí en la forma de un tronco que está diseñado para ser atornillado al resto de la torre 2, está fijado a la placa 10 de torsión. Las fuerzas de torsión desde la torre 2 son transferidas a las patas 8 a través de la placa 10 de torsión.

Unos tirantes 16 se extienden desde cada una de la porción 12 superior y hacia la torre 2 en una porción 18 de contacto por encima de la placa 10 de torsión.

A continuación, cuando es necesario hacer referencia a los tirantes 16 individuales, un primer tirante tiene el número de referencia 16', etc.

15 Cada tirante 16 tiene un travesaño 20 tubular, formando una primera porción 21 de extremo y una segunda porción 23 de extremo, la segunda porción 23 de extremo está conectada a la porción 12 superior de la pata 8 correspondiente. En su primera porción 21 de extremo, el travesaño tubular tiene dos hendiduras 22 que se extienden axialmente en el travesaño 20 en lados diametralmente opuestos, véase la figura 5. Una placa 24 se inserta en las hendiduras 22 y se suelda al travesaño 20. El travesaño 20 se ha soldado en placas 26 de cierre en forma de D que también están soldadas a la placa 24. La placa 26 de cierre en forma de D distribuirá las fuerzas a lo largo de la circunferencia del travesaño 20 a la placa 24.

20

25 Los travesaños 20 se muestran con porciones 21 de extremo provistas de dos cortes 29 angulares que forman porciones 21 de extremo afiladas. Esto tiene, entre otras cosas, la ventaja de que es posible colocar una costura de soldadura entre la placa 24 que está colocada en las hendiduras 22 y una pared interior del travesaño 20. Además, una costura de soldadura puede estar situada entre la superficie plana de la placa 24 y la superficie exterior del travesaño 20.

El travesaño 20 y la placa 24 tienen un eje 28 de simetría común.

La placa 24 está fijada a la torre 2 en la dirección circunferencial de la torre 2. Cuando la placa 24 es plana, véase la figura 4, la porción 18 de contacto entre la placa 24 y la torre 2 sigue una trayectoria elíptica, véase la figura 2.

30 La placa 24 es más ancha en la porción 18 de contacto que en el travesaño 20.

En la figura 1, el molino 6 de viento está en pie sobre el lecho 30 marino, mientras que el número de referencia 32 indica el nivel del mar.

35 Las fuerzas horizontales de empuje que actúan sobre la torre 2 están configurando un momento de flexión en la torre 2. El momento es contrarrestado por una pareja entre la placa 10 de torsión y la porción 18 de contacto. Las fuerzas resultantes en la porción de contacto 18 se descomponen para actuar como fuerzas de tensión o de compresión en los tirantes 16.

40 El elemento 1 de transición es simétrico alrededor de una sección A-A, como se muestra en la figura 3. La carga L', L'', que se origina a partir de una fuerza de empuje horizontal que actúa sobre la torre 2, es así antimétrica. Los elementos a lo largo de A-A están completamente sujetos, es decir, son incapaces de moverse o de girar. Las fuerzas de empuje son importantes desde el punto de vista de la fatiga y una manera sencilla y segura de transferir estas desde la torre 6 a la envolvente 4 es importante. La carga L' está actuando en un primer tirante 16' y la carga L'' actúa en el tercer tirante 16''.

45 Los tirantes 16 están casi totalmente fijados en sus porciones de extremo cerca de la placa 10 de torsión cuando están fijados a la correspondiente pata 8. La rigidez del travesaño 20 es tan alta que la porción de extremo opuesta del travesaño 20, en la conexión con la placa 24, se fija básicamente en el espacio. La rigidez de la membrana de la placa 24 asegura que la forma circular de la torre 2 se mantenga a lo largo de la porción 18 de contacto.

50 En el ejemplo de carga dado en la figura 3, dichas características se aplican a la porción de contacto 18 de los tirantes 16' y 16'', así como a la porción 18 de contacto del segundo tirante 16'' y al cuarto tirante 16''' si las placas 24 y los travesaños 20 están completamente sujetos a lo largo de A-A y, por lo tanto, no pueden girar. La rigidez de la membrana de las placas asegura una forma circular de la torre 2 en la porción 18 de contacto.

En esta realización, la placa 24 está provista de un recorte curvado (no mostrado) en la parte que se extiende dentro del travesaño 20. La ventaja de este recorte se describe a continuación.

En las figuras 6 a 8 se muestra una realización alternativa. La porción 12 superior comprende una porción 120 más alta que se extiende por encima de la placa 10 de torsión horizontal. Los tirantes 160 se extienden desde cada una de las porciones 120 más altas y hacia la torre 2 en una porción 18 de contacto por encima de la placa 10 de torsión. Cada tirante 160 comprende un travesaño 200 tubular. El travesaño 200 forma una primera porción 201 de extremo y una segunda porción 203 de extremo. Cada porción 201, 203 de extremo está provista de dos recortes 229, 229' angulares que forman las porciones 201, 203 de extremo puntiagudas. Cada porción 201, 203 de extremo está provista de dos hendiduras 220 que se extienden axialmente en el travesaño 200 en lados diametralmente opuestos, véanse las figuras 7 y 8. Una placa 240 se inserta en las hendiduras 220 y se suelda al travesaño 200 tubular en la primera porción 201 de extremo y se inserta una placa 240' en las hendiduras 220 y se suelda al travesaño 200 tubular en la segunda porción 203 de extremo. El travesaño 200 puede estar soldado sobre las placas 26 de cierre que también están soldadas a la placa 240, 240', similar a la realización mostrada en las figuras 2 a 4. La placa 26 de cierre distribuirá las fuerzas a lo largo de la circunferencia del travesaño 200 a la placa 240, 240'. El travesaño 200 y la placa 240, 240' tienen un eje 28 de simetría común. Las porciones 201, 203 de extremo puntiagudas tienen entre otras cosas la ventaja de que es posible colocar una costura de soldadura entre la placa 240, 240' situada en las hendiduras 220 y una pared interior del travesaño 200. Además, una costura de soldadura puede estar situada entre la superficie plana de la placa 240, 240' y la superficie exterior del travesaño 200.

La placa 240 está fijada a la torre 2 en la dirección circunferencial de la torre 2. Cuando la placa 240 es plana, véanse las figuras 6 y 7, la porción 18 de contacto entre la placa 240 y la torre 2 sigue una trayectoria elíptica, véanse las figuras 6 y 7. La placa 240' está fijada a la porción 120 más alta en la dirección circunferencial de la porción 120 más alta. A medida que la placa 240' es plana, véanse las figuras 6 y 7, la porción 18' de contacto entre la placa 240' y la porción 120 más alta sigue una trayectoria elíptica, véanse las figuras 6 y 7.

Un ejemplo de una placa 240 se muestra en la figura 9. La placa 240 forma una primera porción 241 de extremo y una segunda porción 243 de extremo. La placa 240 es más ancha en la primera porción 241 de extremo que en la segunda porción 243 de extremo. La forma general de la placa 240 está determinada por el diámetro de la torre 2 o la porción 14 de torre inferior, y el diámetro del travesaño 200. La primera porción 241 de extremo está provista de un recorte 242 curvado y la segunda porción 243 de extremo puede estar provista de un recorte 244 curvado. La curvatura del recorte 242 está determinada por el diámetro de la torre 2 o la porción 14 de torre inferior. Del mismo modo, véanse las figuras 7 y 8, la placa 240' comprende una primera porción 241' de extremo y una segunda porción 243' de extremo. La placa 240' es más ancha en la primera porción 241' de extremo que en la segunda porción 243' de extremo. La forma general de la placa 240' está determinada por el diámetro de la porción 120 más alta y el diámetro del travesaño 200. La primera porción 241' de extremo está provista de un recorte 242' curvado y la segunda porción 243' de extremo puede estar provista de un recorte 244'. La curvatura del recorte 242' está determinada por el diámetro de la porción 120 más alta.

El recorte 244, 244' curvado forma dos lengüetas 246, 246' opuestas en la placa 240, 240'. Las lengüetas 246, 246' están colocadas en las hendiduras 220 cuando la placa 240, 240' está en su posición de uso. Esto tiene la ventaja de que las fuerzas de tensión entre la placa 240, 240' y el travesaño 200 en las hendiduras 220 están mejor distribuidas sin puntos calientes a lo largo de los bordes de la placa 240, 240'.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador que comprende una envolvente (4) que tiene cuatro patas (8) y una torre (2), en la que la porción (14) inferior de la torre (2) está fijada a una placa (10) de torsión que está conectada a una porción (12) superior de las patas (8), y un tirante (16) que se extiende desde cada pata (8), en la que cada tirante (16) incluye un travesaño (20; 200), el travesaño (20; 200) forma una primera porción de extremo (21; 201) y una segunda porción de extremo (23; 203), el travesaño (20; 200) está fijado a la porción (12) superior de cada pata (8); y una placa (24; 240) que está fijada a la torre (2) en una porción (18) de contacto por encima de la placa (10) de torsión, la placa (24; 240) está fijada a la torre (2) en la dirección circunferencial y tiene un eje (28) de simetría común con el travesaño (20; 200), la placa (24; 240) está fijada al travesaño (20; 200) en la primera porción de extremo (21; 201), **caracterizada porque** la placa (24; 240) es plana, y la porción (18) de contacto entre la placa (24) y la torre (2) sigue una trayectoria elíptica.
- 10 2. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la placa (24; 240) está fijada al travesaño (20, 200) en dos hendiduras (22; 220) que se extienden axialmente en el travesaño (20; 200) en la primera porción de extremo (21; 201) en lados diametralmente opuestos.
- 15 3. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** las placas (24, 240) de todos los tirantes (16) cubren conjuntamente al menos el 40 % de la circunferencia de la torre (2).
- 20 4. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la torre (2) tiene un espesor de pared aumentado en la porción (18) de contacto.
5. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los tirantes (16) están diseñados para soportar toda la fuerza axial en la torre (2).
- 25 6. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los momentos de flexión desde la torre (2) son hacen antimétricos mediante los tirantes (16) por parejas.
7. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** al menos una porción (21, 201) de extremo del travesaño (20, 200) está provista de dos recortes angulares (29; 229) que forman una porción (21, 201) de extremo puntiaguda.
- 30 8. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** una placa (240') plana está fijada a una porción (120) más alta de la porción (12) superior, en la que la porción (120) más alta se extiende por encima de la placa (10) de torsión, en la dirección circunferencial de la porción (120) más alta, la placa (240') plana tiene un eje (28) de simetría común con el travesaño (200), y una porción (18') de contacto entre la placa (240') plana y la porción (120) más alta sigue una trayectoria elíptica.
- 35 9. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la placa (240') está fijada al travesaño (200) en dos hendiduras (220) que se extienden axialmente en el travesaño (200) en la segunda porción (203) de extremo en lados diametralmente opuestos.
- 40 10. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la segunda porción (203) de extremo del travesaño (200) está provista de dos recortes (229') angulares que forman una porción (203) de extremo puntiaguda.
- 45 11. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el travesaño (20; 200) está provisto de al menos una placa (26) de cierre soldada a la travesaño (20; 200) y a la placa (24; 240).
12. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 8, **caracterizada porque** el travesaño (200) está provisto de al menos una placa (26) de cierre en forma de D soldada a la travesaño (200) y a la placa (240').
- 50 13. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la placa (24; 240) comprende un recorte (244) curvado que forma dos lengüetas (246) opuestas, estando situadas las lengüetas (246) en las hendiduras (22; 220) cuando la placa (24; 240) está en su posición de uso.
14. Una estructura fuera de la costa para un aerogenerador según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la placa (240') comprende un recorte (244') curvado que forma dos lengüetas opuestas (246'), estando las lengüetas (246') situadas en las hendiduras (220) cuando la placa (240') está en su posición de uso.

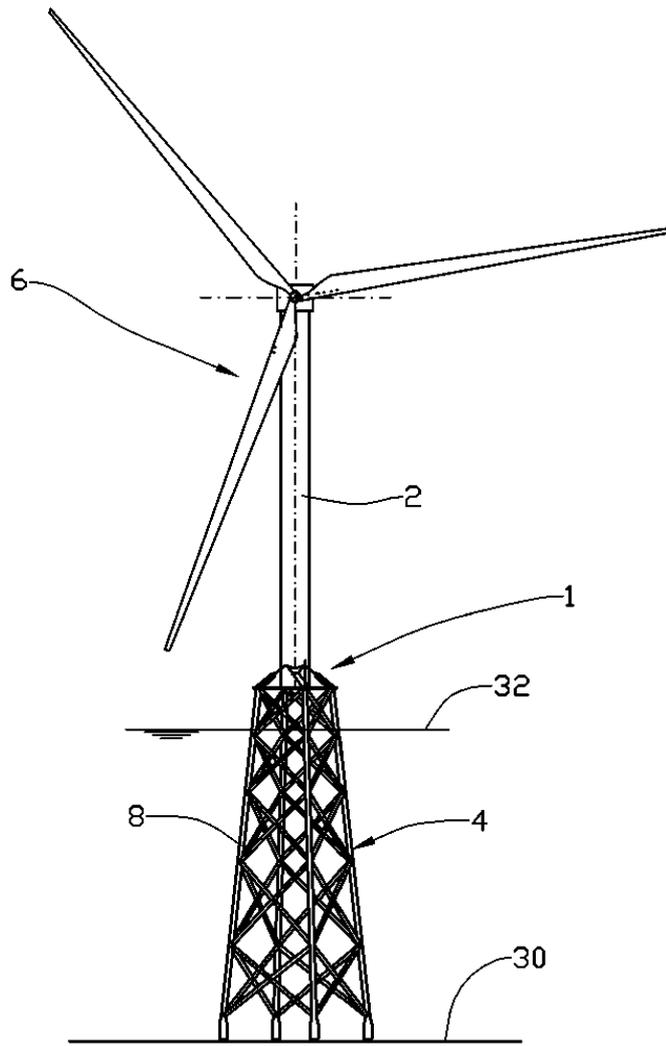


Fig. 1

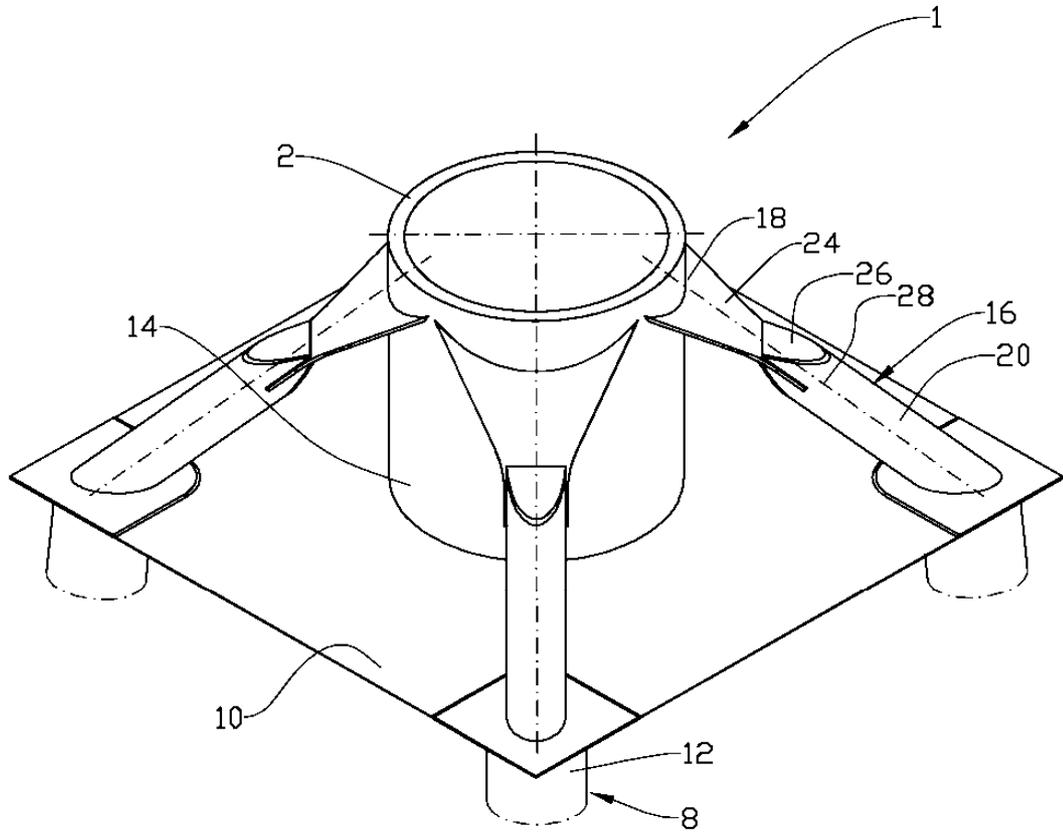


Fig. 2

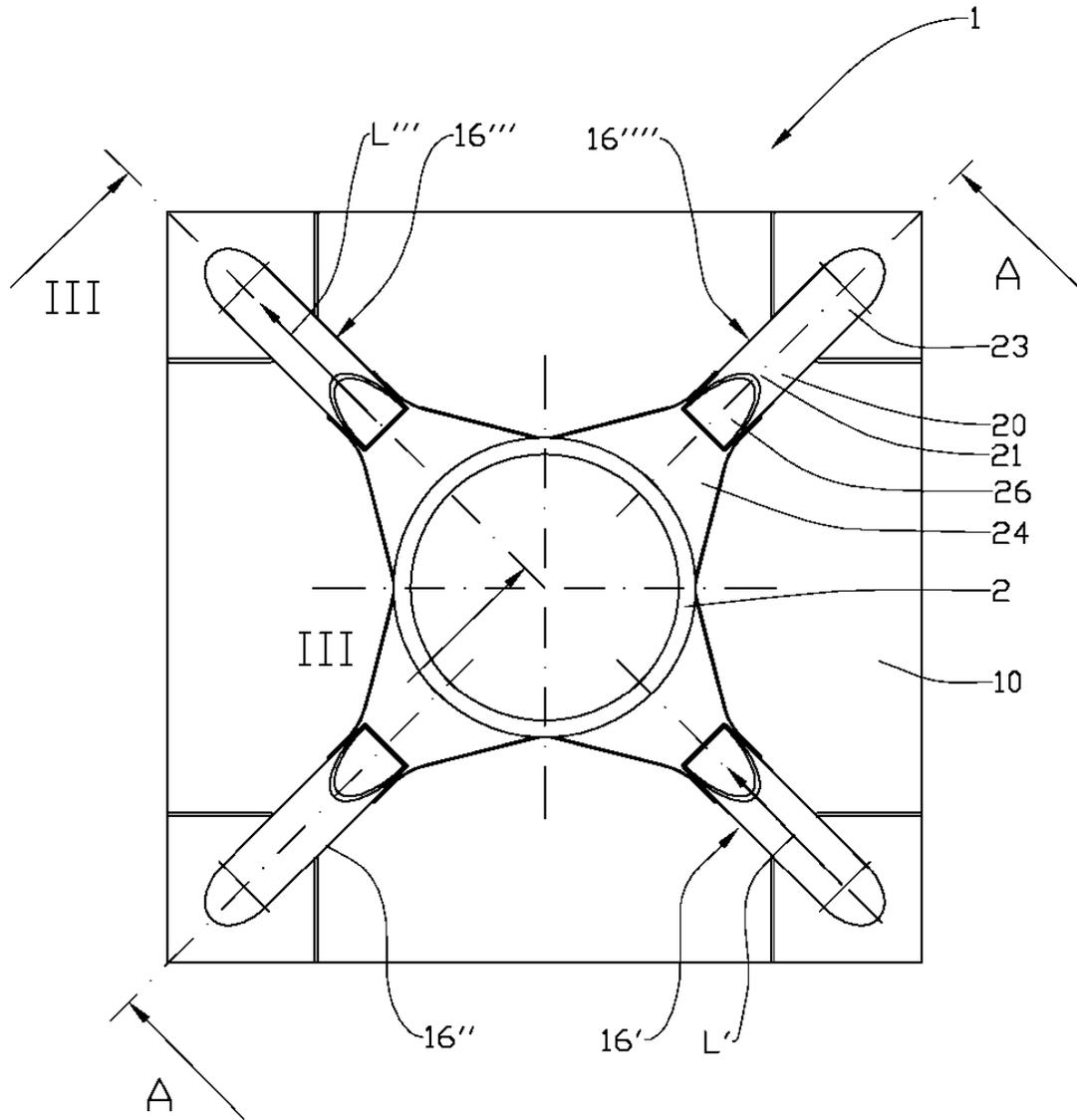


Fig. 3

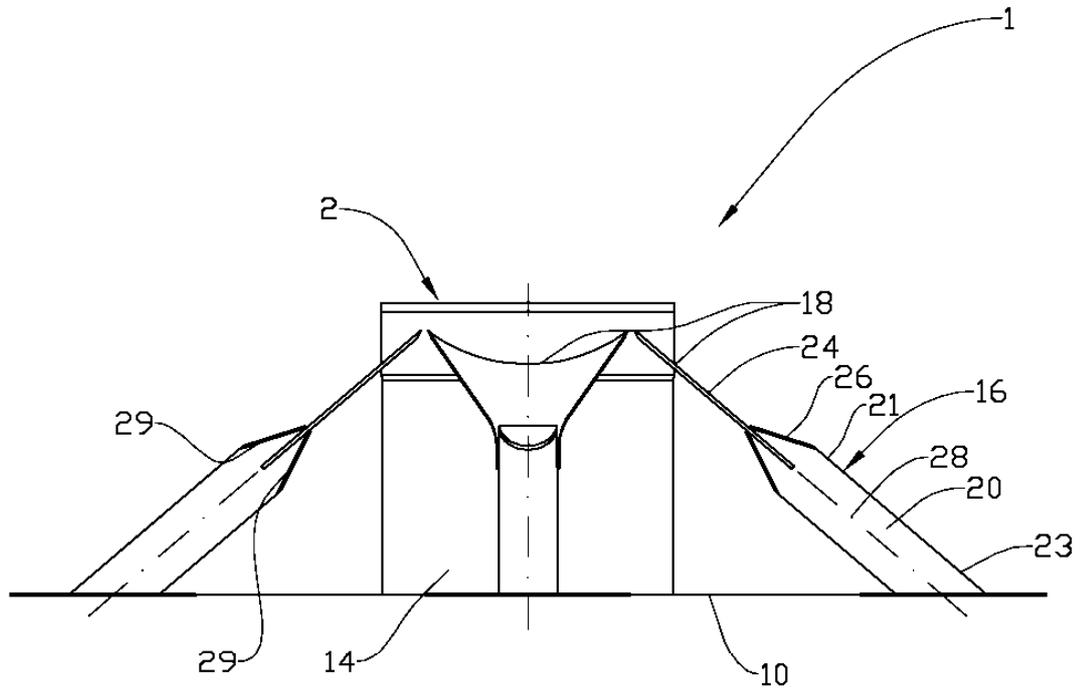


Fig. 4

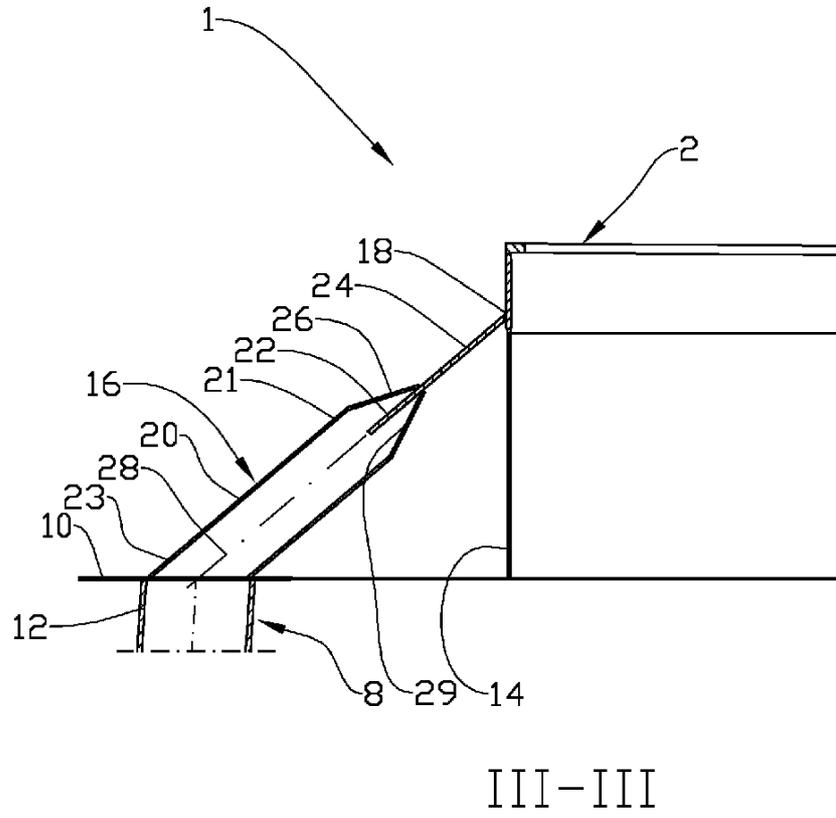


Fig. 5

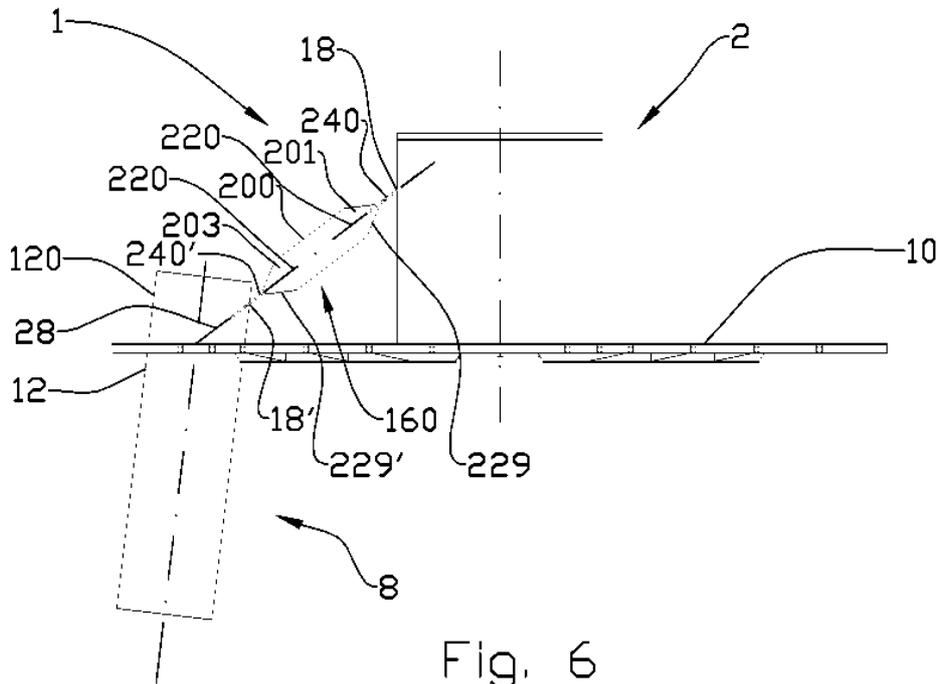


Fig. 6

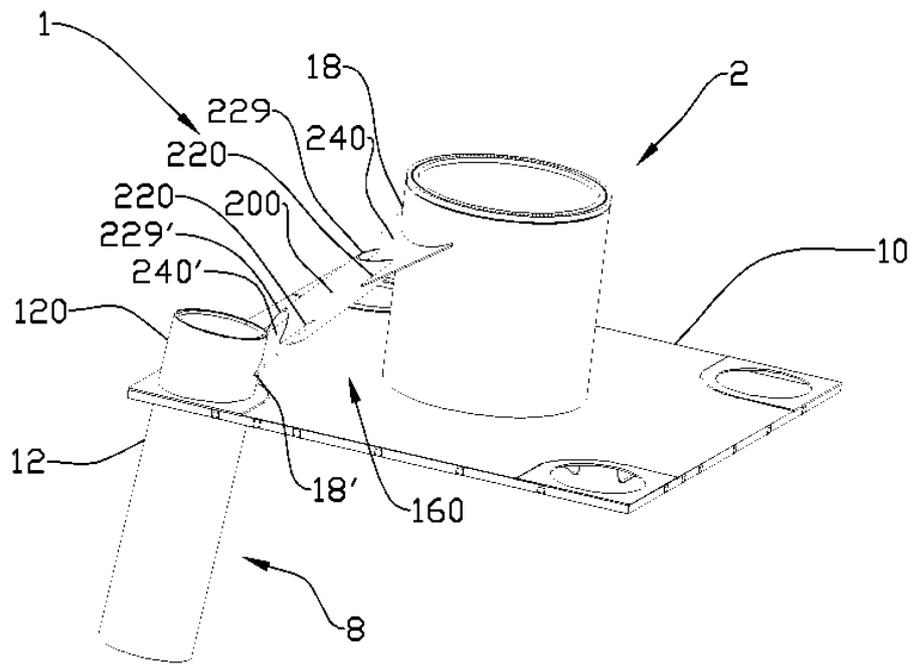


Fig. 7

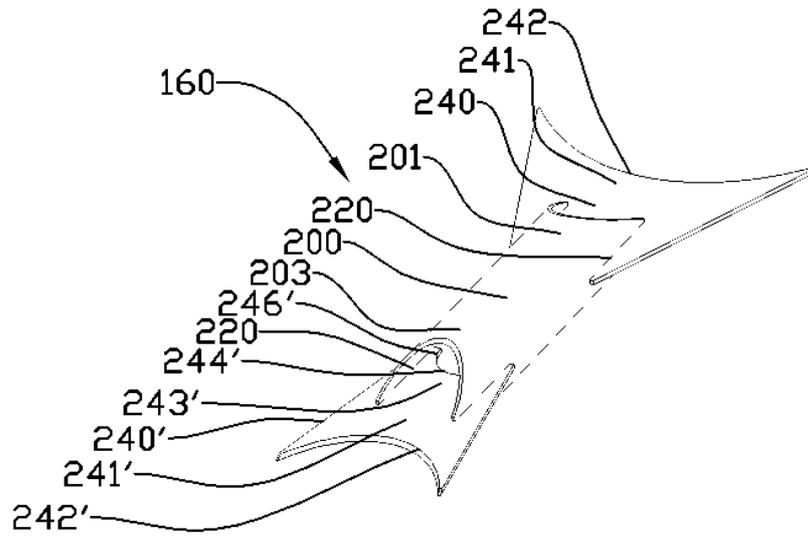


Fig. 8

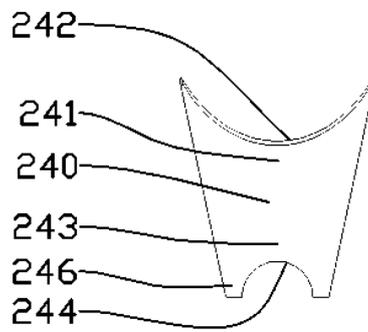


Fig. 9