



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 344 116**

⑤1 Int. Cl.:
E04H 12/10 (2006.01)
F03D 11/04 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **05761346 .5**
⑨6 Fecha de presentación : **27.06.2005**
⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1774122**
⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **18.04.2007**

⑤4 Título: **Dispositivo para una conexión de puntales con momento de flexión mínimo.**

③0 Prioridad: **01.07.2004 NO 20042775**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.08.2010

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.08.2010

⑦3 Titular/es: **Owec Tower AS.**
Storetveitveien 96
5072 Bergen, NO

⑦2 Inventor/es: **Foss, Gunnar y**
Haugsåen, Per, Bull

⑦4 Agente: **No consta**

ES 2 344 116 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

Dispositivo para una conexión de puntales con momento de flexión mínimo.

5 Esta invención se refiere a una conexión de puntales con momento de flexión mínimo. Más particularmente, se refiere a una conexión de puntales que forma parte de una conexión entre una estructura de soporte y una estructura adyacente, pudiendo la estructura adyacente una estructura de entramado, por ejemplo.

10 El dispositivo se ilustra a continuación en el presente documento por medio de una estructura de torre de soporte de un molino de viento, mostrando de manera adecuada una estructura de esta clase los desafíos afrontados por la invención. La invención no se limita a una torre para molinos de viento, sino que puede usarse en diversas estructuras en las que existen patrones de fuerza similares.

15 Para evitar la colisión con las aspas del molino de viento, la parte superior de una torre de molino de viento debe formarse como una estructura delgada. A partir de molinos de viento terrestres se sabe que esta estructura delgada, que con frecuencia se forma mediante un tubo, está conectada a una base en el suelo.

20 Cuando se colocan molinos de viento mar adentro y con mayor frecuencia en aguas relativamente profundas, no resulta práctico usar un tubo que se extienda desde la base del molino de viento hasta la góndola del molino de viento.

Por tanto, la estructura de torre de soporte de molinos de viento conocidos que se colocan mar adentro, con frecuencia comprende una parte superior tubular y una parte inferior, pudiendo estar formada la parte inferior por una estructura de entramado, por ejemplo.

25 La transición entre la parte delgada superior de la torre y la estructura inferior se forma con frecuencia mediante una estructura relativamente complicada y pesada. El motivo es, entre otras cosas, que se aplican los principios de construcción que se conocen a partir del equipamiento de extracción de petróleo en medio marino. Tal equipamiento está dimensionado para fuerzas de olas considerables y para manipular equipamiento pesado, y para permitir que haya personal presente sobre la estructura en todo momento.

30 En instalaciones de molino de viento normalmente, también mar adentro, son las fuerzas eólicas las que determinan el diseño de la estructura.

35 Las transiciones de esta técnica anterior son relativamente blandas. Tienen que ajustarse de tal manera que el periodo natural de la torre será lo bastante corto para el molino de viento en cuestión. Esto contribuye a un aumento adicional en el peso de la torre.

La invención tiene como objeto remediar o reducir al menos uno de los inconvenientes de la técnica anterior.

40 El objeto se logra según la invención mediante las características especificadas en la descripción a continuación y en las reivindicaciones siguientes.

Un tubo cilíndrico o cónico se conecta a una estructura adyacente por medio de puntales diagonales tubulares. Los puntales diagonales se conectan al tubo por medio de una placa anular que rodea y sobresale hacia fuera desde el tubo.

45 Los puntales diagonales se colocan de tal manera que la línea central axial del puntal diagonal se extiende a través de la pared del tubo cerca del círculo de unión de la placa anular con el tubo. Por tanto, al puntal diagonal se le ha dado una forma de modo que aproximadamente la mitad de la circunferencia que sobresale del puntal diagonal está conectada al tubo, mientras que la parte restante de la circunferencia del tubo que sobresale está conectada a la placa anular.

50 Los puntales diagonales, el tubo y la placa anular se conectan normalmente por medio de juntas soldadas, pero también pueden formarse mediante conexiones moldeadas. Por motivos prácticos la costura de soldadura puede ser continua o estar dividida.

55 El tubo y la placa anular se producen a partir de un material con un espesor relativamente pequeño. Por tanto, esencialmente sólo se producirán tensiones de membrana en las juntas entre el puntal diagonal y los dos elementos mencionados.

60 Si se toma como punto de partida que el tubo permanece vertical y que la placa anular rodea por tanto el tubo en el plano horizontal, la fuerza vertical se transmite desde el tubo hacia el puntal diagonal mediante un primer conjunto de fuerzas cortantes a lo largo de la línea de conexión entre el puntal diagonal y el tubo, mientras que la fuerza horizontal se transmite desde el tubo hacia la placa anular y adicionalmente hacia el puntal diagonal a través de un segundo conjunto de fuerzas cortantes entre el puntal diagonal y la placa anular. La placa anular es suficientemente rígida para que el tubo mantenga su forma circular, aunque el puntal diagonal sólo actúe en una parte limitada de la circunferencia del tubo.

ES 2 344 116 T3

Puesto que la línea central del puntal diagonal discurre a través de la intersección de las resultantes de las fuerzas cortantes mencionadas, por regla general el puntal diagonal no está sometido a un momento de flexión en su unión con el tubo. Esta condición simplifica, en gran medida, la conexión entre el tubo y la estructura adyacente.

5 En una realización preferida, en la que el puntal diagonal corresponde a las columnas principales de una estructura de entramado, el tubo se hace pasar a través de la placa anular y sigue (hacia abajo) hasta una placa de torsión. La placa de torsión está conectada además a la estructura de entramado en la región en la que los puntales diagonales están conectados a la estructura. La placa de torsión está diseñada para absorber pares de torsión alrededor del eje central del tubo, pero esencialmente no absorbe fuerzas axiales procedentes del tubo.

10 Una fuerza que actúa radialmente sobre el tubo provocará la creación de un momento de flexión en el tubo. Este momento de flexión provoca la creación de un par de fuerzas que se absorbe por la placa anular y la placa de torsión. Las fuerzas verticales en el tubo sólo se absorben, tal como se describió anteriormente, por los puntales diagonales.

15 Para poder absorber fuerzas laterales y fuerzas axiales, el tubo debe dotarse de dos o más puntales diagonales. En una estructura que está expuesta a fuerzas desde varias direcciones debe haber al menos tres puntales.

20 Si la parte inferior de la torre incluye una estructura de entramado, resulta ventajoso que las líneas centrales de la columna principal se encuentren en el punto en el que actúa una fuerza lateral sobre la torre, por ejemplo desde la turbina del molino de viento. Así, la fuerza horizontal se divide en fuerzas de tracción y fuerzas de compresión en las columnas principales, con lo cual los puntales del entramado están sujetos a fuerzas sólo en pequeña medida. Por tanto, puede ser ventajoso absorber fuerzas de compresión en el entramado mediante barras de compresión, mientras que las fuerzas de tracción se absorben mediante tirantes en forma de cuerdas tensadas.

25 Tales cuerdas y barras de compresión pueden conectarse a las columnas por medio de elementos de conexión mecánicos, por ejemplo conexiones mediante pernos. Esto hace que la soldadura resulte superflua, en gran medida, y proporciona una producción racional del entramado.

30 Los nodos del entramado pueden soldarse, moldearse o conformarse en frío, por ejemplo.

Puede resultar ventajoso disponer los puntales diagonales de tal manera que sus líneas centrales se extiendan de manera coaxial a su columna conectada desde la columna hasta el tubo. Por lo que respecta a un molino de viento, una estructura de este tipo implica que los puntales diagonales pueden interferir en el recorrido de las palas de la turbina.

35 En ese caso, el eje central de la turbina del molino de viento debe apuntar un poco hacia arriba con el fin de que las aspas de la turbina giren libremente.

40 Las características estructurales mencionadas anteriormente tienen el efecto de que pueden transmitirse fuerzas entre un tubo y una estructura adyacente por medio de una conexión relativamente ligera. En comparación con estructuras conocidas, esta estructura muestra una rigidez considerablemente mejorada.

Durante la instalación de un soporte sobre el lecho marino, se habitual llevar hacia abajo pilotes a través de la guía unida al entramado. Tal trabajo provoca vibraciones que son perjudiciales para una posible turbina ya montada.

45 Según la invención, pueden llevarse pilotes hasta el interior del lecho marino antes de montar la torre, ya que la torre está dotada en su parte inferior de manguitos que están abiertos en su parte inferior y que se ajustan de manera complementaria sobre los pilotes. Los manguitos se forman preferiblemente con topes anulares que harán tope con el borde superior del pilote. Los pilotes se llevan hacia abajo hasta tener la misma elevación y, por tanto, la torre será automáticamente vertical. Los manguitos se unen a los pilotes, por ejemplo, inyectando hormigón entre los manguitos y los pilotes.

50 En aguas en las que se produce hielo, el hielo que se forma alrededor de una torre que tiene una columna en el mar, una denominada torre única, se romperá normalmente por medio de un elemento cónico, de modo que las fuerzas horizontales procedentes del hielo se minimizan. Puede montarse un elemento cónico correspondiente en cada columna principal. En una torre de entramado de la clase descrita anteriormente, las barras de compresión y los tirantes también estarán sometidos posiblemente a fuerzas procedentes del hielo. Por tanto, puede ser ventajoso formar el entramado sin puntales en una zona en la que se producirá hielo. La flexibilidad aumentada que esto conllevará en la estructura de entramado puede compensarse, dentro de ciertos límites, de una manera conocida en sí misma.

60 Además, resulta de gran importancia práctica y en cuanto al coste construir tantas torres como sea posible de manera idéntica en una producción en serie. Si las torres respectivas van a usarse en profundidades de agua diferentes, esto puede compensarse mediante pilotes, que posiblemente se instalan previamente, que tienen una longitud que se ajusta a la profundidad del agua, de modo que, instaladas completamente, torres construidas de manera idéntica tendrán la misma altura por encima de la superficie del agua.

65 Con frecuencia hay que disponer una costosa protección contra la erosión, por ejemplo en forma de grava, alrededor de la estructura sobre el lecho marino. Normalmente, la profundidad de erosión es de 1,5 veces el diámetro de un elemento estructural, por ejemplo el diámetro de un pilar único, si no se ha dispuesto protección contra la erosión.

ES 2 344 116 T3

La estructura en cuestión puede diseñarse para una erosión que corresponde a 1,5 veces el diámetro de los pilotes o columnas principales ya que tienen un diámetro considerablemente menor, por ejemplo de 1 metro, que el diámetro de una torre única, por ejemplo de 4,5 m.

5 A continuación se describe un ejemplo no limitativo de una realización preferida que se visualiza en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra un molino de viento que está colocado en una región de agua relativamente profunda, incluyendo la torre del molino de viento una columna de tubo superior y una estructura de entramado inferior;

10 la figura 2 muestra, a una escala ampliada, vista desde un lado y con un ángulo hacia arriba, una sección de la zona en la transición entre el la columna de tubo y el entramado;

15 la figura 3 muestra un esquema, visto radialmente hacia fuera desde el interior del tubo y con un ángulo hacia abajo, en el que las fuerzas cortantes entre el puntal diagonal y la columna de tubo, o respectivamente el puntal diagonal y la placa anular, se indican mediante flechas, mostrándose los elementos en el esquema de manera transparente;

20 la figura 4 muestra una sección a través del tubo y dos puntales diagonales, en la que las primeras y segundas fuerzas cortantes resultantes se cortan en el eje central del puntal diagonal; y

la figura 5 muestra el molino de viento de la figura 1 durante la instalación sobre pilotes que se han llevado previamente hasta el interior del lecho marino.

25 En los dibujos el número de referencia 1 identifica un molino de viento que incluye una turbina 2 y una torre 4. La torre 4 del molino 1 de viento está parcialmente sumergida por debajo de la superficie 6 del mar. La torre 4 está conectada a pilotes 8 que se han llevado hasta el interior del lecho 10 marino.

La torre 4 incluye un tubo 12 vertical superior y un entramado 14 inferior.

30 El tubo 12 está conectado al entramado por medio de puntales 16 diagonales huecos, una placa 18 anular y una placa 20 de torsión, véase la figura 2. Tanto la placa 18 de anillo como la placa 20 de torsión rodean y sobresalen radialmente del tubo 12. La placa 18 anular está ubicada a un nivel algo superior al de la placa 20 de torsión, estando conectada la placa 20 de torsión a las columnas 22 principales del entramado 14.

35 Los puntales 16 diagonales se extienden cada uno desde una columna 22 principal respectiva hasta el tubo 12 y la placa 18 anular, cortando el eje central de los puntales 16 diagonales el tubo 12 cerca de la línea de conexión de la placa 18 anular con el tubo 12 (véase a continuación).

40 El tubo 12, los puntales 16 diagonales, la placa 18 anular y la placa 20 de torsión se fabrican todos a partir de un material relativamente delgado, de modo que las tensiones entre ellos están principalmente constituidos por tensiones de membrana.

45 Las fuerzas de torsión en el tubo 12 se transmiten al entramado 14 a través de la placa 20 de torsión. La fuerzas verticales en el tubo 12 se transmiten a los puntales 16 diagonales a través de primeras fuerzas V cortantes, véase la figura 3, en la unión entre el tubo 12 y el puntal 16 diagonal. Las fuerzas horizontales que actúan sobre el tubo 12 crean un momento de flexión en el tubo 12. Este momento de flexión se absorbe mediante un par de fuerzas entre la placa 18 anular y la placa 20 de torsión. Desde la placa 18 anular se transmite esta fuerza horizontal a los puntales 16 diagonales por medio de segundas fuerzas H cortantes, véase la figura 3, entre la placa 18 anular y los puntales 16 diagonales.

50 La resultante de las primeras tensiones V cortantes se representa en la figura 4 mediante la fuerza SV, mientras que la resultante de las segundas fuerzas H cortantes se representa mediante la fuerza SH. Normalmente la fuerza SH no es completamente vertical, ya que la parte del puntal 16 diagonal conectada al tubo 12 sigue la superficie cilíndrica del tubo 12. La fuerza resultante de las fuerzas SV y SH actúa sobre el puntal 16 diagonal. La línea central del puntal 16 diagonal corta la intersección de las fuerzas SV y SH. Así, los puntales 16 diagonales sólo están sujetos a un momento de flexión en la unión con el tubo 12 en una medida muy pequeña.

55 El entramado 14 que comprende, además de las columnas 22 principales, puntales 24, está dotado de varios manguitos 26 en su parte inferior. Los manguitos 26, que están dotados de topes, no mostrados, se disponen para descenderse sobre pilotes 8, habiéndose llevado previamente los pilotes hasta el interior del lecho marino 10. Se disponen topes para hacer automáticamente que la torre esté vertical una vez que los pilotes se han llevado a la misma elevación vertical. Los manguitos 26 pueden unirse a los pilotes 8, por ejemplo, por medio de hormigón.

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para una conexión de puntales diagonales entre un tubo (12) y una estructura (14) adyacente que comprende al menos dos puntales (16) diagonales, **caracterizado** porque las fuerzas horizontales y verticales en el tubo se transmiten al puntal diagonal por medio de un primer conjunto de fuerzas cortantes a lo largo de la unión del puntal (16) diagonal con el tubo (12) y mediante un segundo conjunto de fuerzas cortantes a lo largo de la unión del puntal diagonal con una placa (18) anular que rodea y sobresale radialmente del tubo (12), extendiéndose el eje central del puntal (16) diagonal a través de, o próximo a, la intersección de las resultantes de los conjuntos primero y segundo de fuerzas cortantes.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la rigidez de la placa (18) anular ayuda a mantener la forma circular del tubo (12).

3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque una placa (20) de torsión está dispuesta a una distancia de la placa (18) anular, estando dispuesta la placa (20) de torsión para absorber pares de torsión en el tubo (12).

4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** porque, juntas, la placa (18) anular y la placa (20) de torsión están dispuestas para absorber un par de fuerzas en la dirección radial del tubo (12).

5. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la estructura (14) adyacente está formada por una estructura de entramado que incluye columnas (22) principales y puntales (24).

6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque las líneas centrales de las columnas (22) principales se cortan en, o cerca de, un punto en el eje central de una turbina (2).

7. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque los puntales (24) de la estructura (24) de entramado incluyen barras de compresión y tirantes, estando formado al menos uno de los tirantes por un puntal de cuerda.

8. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la estructura (14) de entramado está dotada, en su parte inferior, de manguitos (26) que se ajustan de manera complementaria sobre pilotes (8) respectivos.

9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el manguito (26) se ajusta con topes que están dispuestos para hacer automáticamente que la torre esté vertical cuando se han llevado los pilotes a la misma elevación vertical.

10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado** porque los pilotes (8) para diferentes torres (4) tienen diferentes alturas sobre el lecho marino y, de este modo, están dispuestos para recibir torres (4) similares, extendiéndose las torres a igual altura sobre la superficie del mar tras la instalación.

11. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el entramado (14) está formado sin puntales (24) en una zona en la que el hielo afectará a los puntales (24), estando dispuestos elementos cónicos que rodean las columnas (22) principales para romper cualquier hielo que pueda adherirse a las columnas (22) principales.

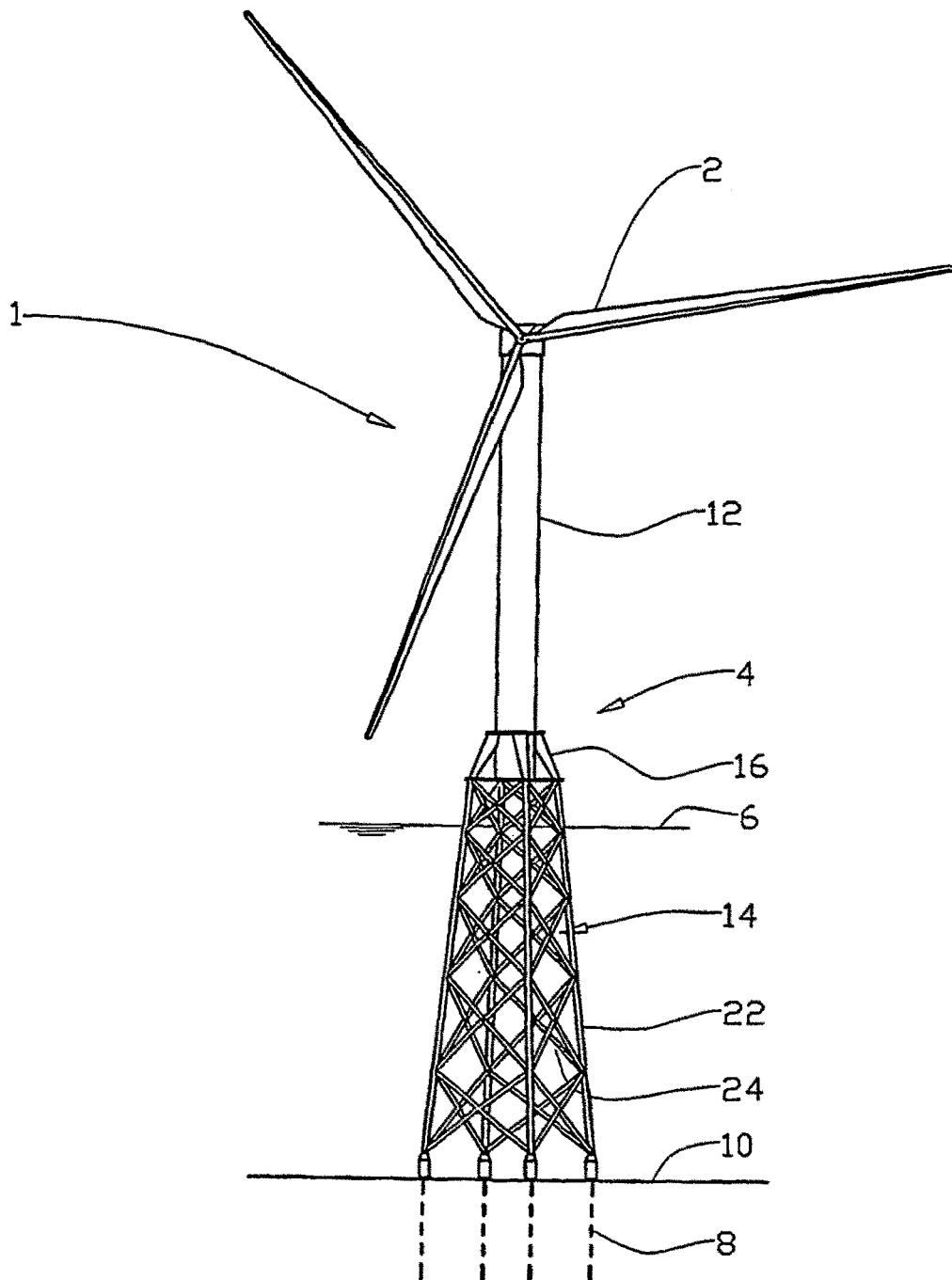


Fig. 1

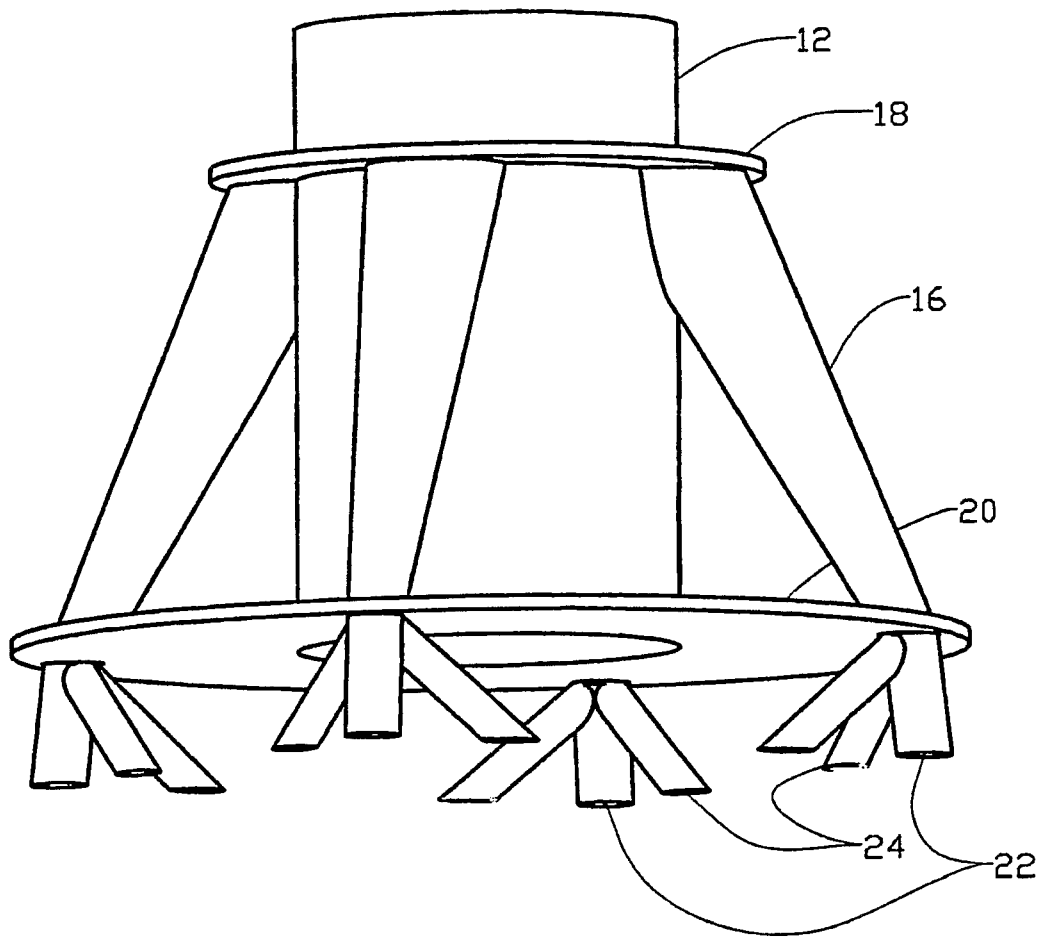


Fig. 2

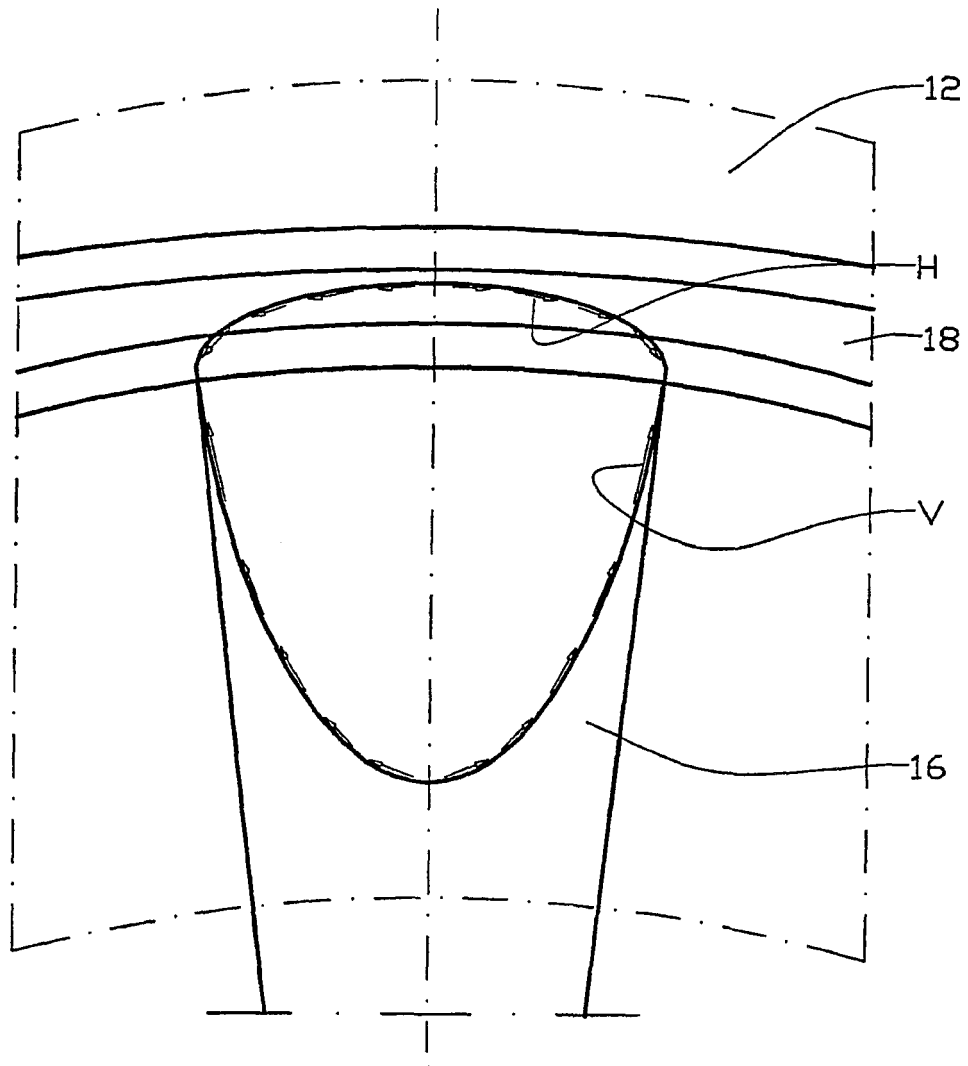


Fig. 3

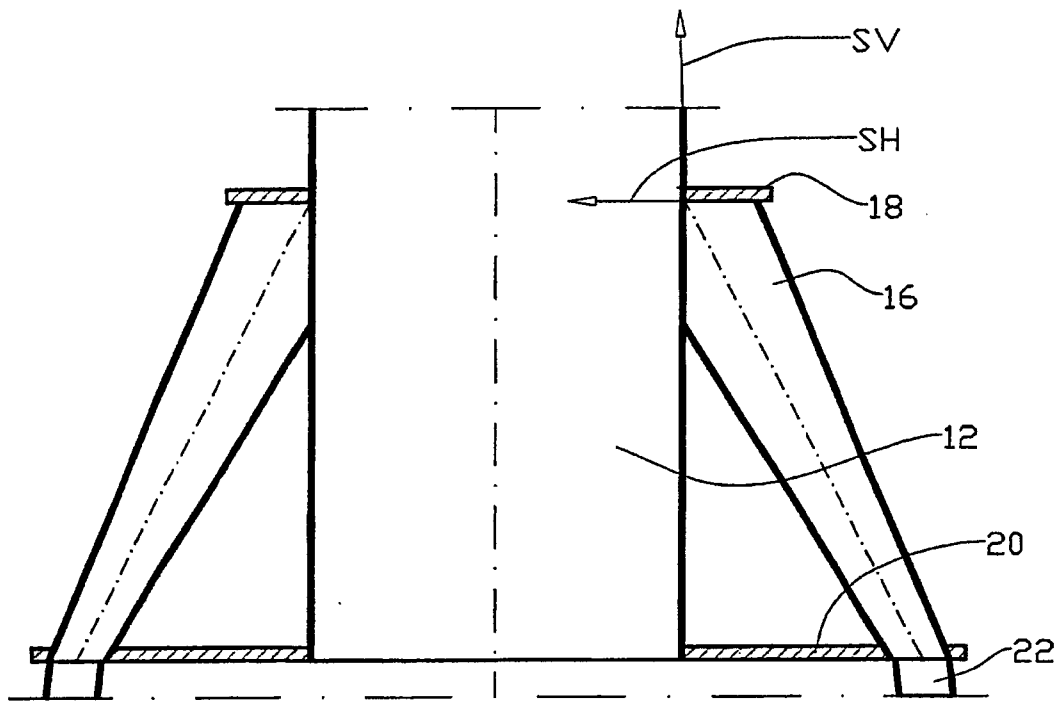


Fig. 4

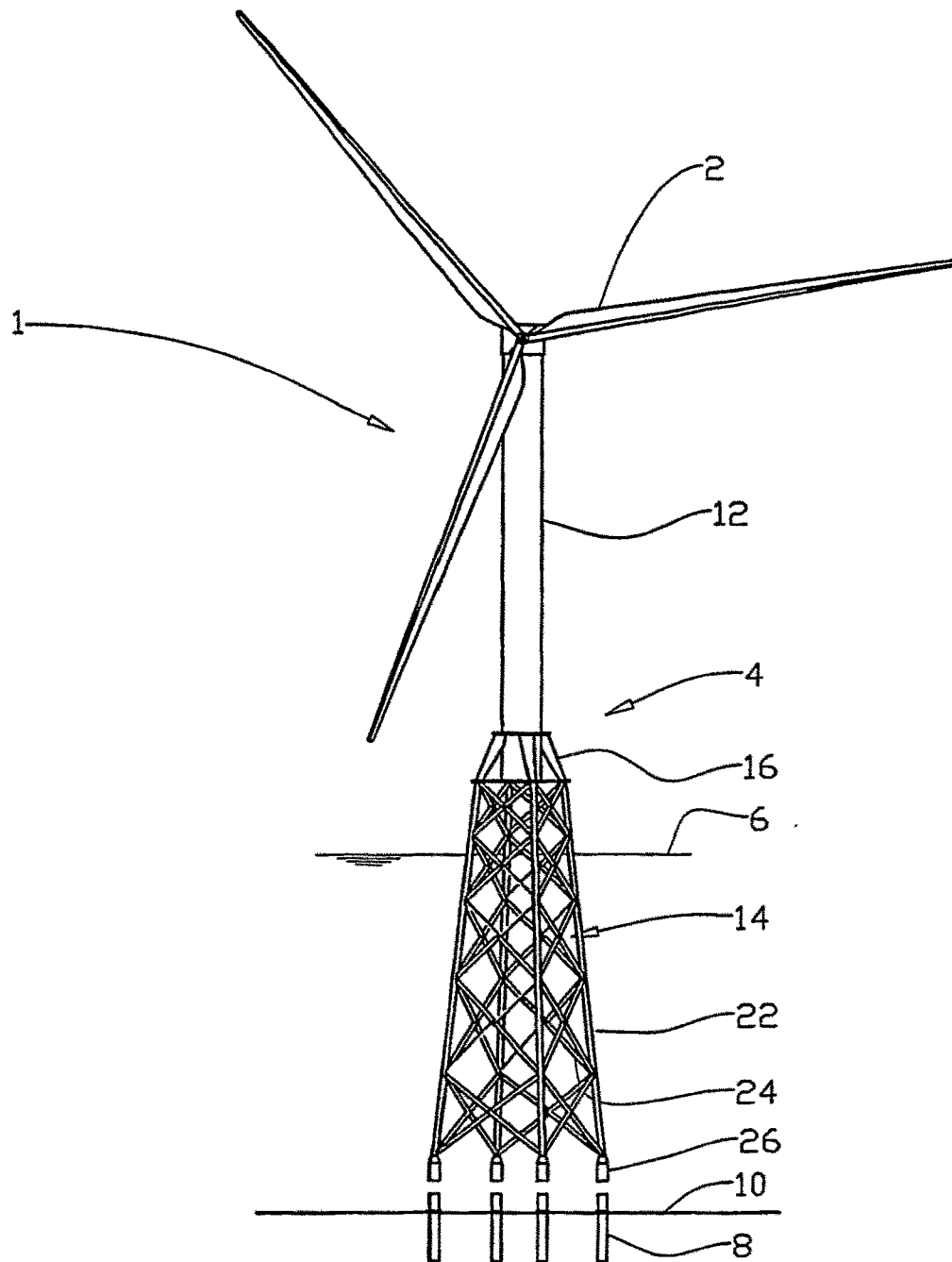


Fig. 5