

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 825**

51 Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)

E04H 12/08 (2006.01)

E04H 12/10 (2006.01)

E02B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2014 PCT/EP2014/068307**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15039852**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2014 E 14758124 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 3077670**

54 Título: **Cuerpo de transición entre secciones de torre de un aerogenerador y torre de un aerogenerador que comprende un cuerpo de transición**

30 Prioridad:
23.09.2013 DE 102013110495

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2017

73 Titular/es:
**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
47166 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:
**PATBERG, LOTHAR;
DREWES, STEPHAN;
PATON, ADRIAN;
SAVVAS, KONSTANTINOS;
HIRT, MARK y
BOGATSCH, MAIK**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 644 825 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

Cuerpo de transición entre secciones de torre de un aerogenerador y torre de un aerogenerador que comprende un cuerpo de transición

5 La invención se refiere a un cuerpo de transición para su disposición entre una sección de torre superior y una sección de torre inferior de una torre para un aerogenerador, con una brida de acoplamiento superior esencialmente anular para unir el cuerpo de transición con una sección de torre superior y con al menos tres bridas de acoplamiento inferiores esencialmente anulares en cada caso para la unión con un montante en ángulo de una sección de torre inferior, presentando el cuerpo de transición varios segmentos dispuestos alrededor de un eje de torre central, correspondiéndose el número de segmentos con el número de montantes en ángulo, formando las secciones superiores de los segmentos en el lado externo del cuerpo de transición una envoltura de conexión circundante en forma anular, que soporta la brida de acoplamiento superior y formando las secciones inferiores de los segmentos en cada caso envolturas de segmento circundantes en forma anular, que soportan una brida de acoplamiento inferior. Además la invención se refiere a una torre para un aerogenerador con una sección de torre superior en forma de una torre tubular, una sección de torre inferior que presenta al menos tres montantes en ángulo y un cuerpo de transición que une la sección de torre superior con la sección de torre inferior.

20 Para mejorar el rendimiento de aerogeneradores los bujes se disponen en alturas cada vez mayores, así como se emplean rotores mayores y generadores de mayor potencia. Esto requiere segmentos de torre con diámetros cada vez mayores y espesores de pared mayores, para que las torres de aerogeneradores presenten una rigidez, resistencia al pandeo y resistencia a la fatiga suficientes. Los segmentos de torre con formas de tubo ya prefabricados cuyos diámetros sobrepasan claramente un valor determinado, por ejemplo 4,4 m pueden transportarse solamente con un esfuerzo inmenso en el lugar de montaje del aerogenerador. Esto es debido en particular a los anchos de las carreteras que se facilitan para el transporte y a las alturas de paso de los puentes por lo que va a pasarse. Pero el incluso el transporte por vías fluviales es extremadamente complicado en el caso de segmentos de torre muy grandes.

25 Un posible planteamiento para la solución que se propone por ejemplo en el documento DE 603 17 372 T2 y también en el documento WO 2009/048955 A1 es el modo de construcción denominado de orientación longitudinal que se aplica en particular en la región inferior de la torre. En este caso se transportan secciones de torre en forma de arco al emplazamiento de obra que se ensamblan entonces *in situ* para dar lugar a los segmentos de torre con forma tubular. La unión de las secciones de torre en forma de arco puede realizarse mediante uniones atornilladas mediante bridas correspondientes. Lo desventajoso en el modo de construcción de orientación longitudinal es sin embargo que las secciones de torre en forma de arco pueden deformarse durante el transporte, lo que puede dificultar considerablemente, o incluso impedir el montaje *in situ*. Además el gasto de montaje aumenta notablemente.

35 Además se conocen aerogeneradores en los que el rotor y el generador están montados sobre una torre de celosía. Este modo de construcción se ha acreditado en particular en el caso de instalaciones pequeñas y bajas. En el caso de instalaciones mayores y más altas el gasto de montaje es concretamente desproporcionalmente alto dado que el montaje de las piezas individuales del entramado tiene que realizarse casi exclusivamente *in situ* y por tanto apenas es posible una confección previa que ahorre tiempo y costes.

40 Por el documento DE 10 2006 056 274 A1 se conoce una torre de un aerogenerador que en la región inferior está configurada como torre reticular (torre de celosía) con a al menos tres montantes en ángulo y en la región superior como torre tubular con secciones transversales redondas. La sección de torre superior y la sección de torre inferior están unidas entre sí por un cuerpo de transición. El cuerpo de transición está configurado en este caso en forma de una envoltura tronco-cónica, adentrándose el montante de esquina respectivo en el cuerpo de transición y estando unido allí mediante dos cordones de soldadura longitudinales con el lado externo de la envoltura tronco-cónica.

45 Por el documento DE 103 39 438 A1 se conoce una torre para un aerogenerador que está formada igualmente por una sección de torre inferior en forma de una torre reticular, y una sección de torre superior en forma de una torre tubular. Entre estas dos secciones de torre está previsto un cuerpo de transición que une la sección de torre inferior con la sección de torre superior. Una torre comparable de un aerogenerador se describe en el documento WO 2013/092626 A1. Otros cuerpo de transición para aerogeneradores se describen en los documentos WO 2005/040605 A1, EP 2 597 227 A1 y EP 2 072 685 A1. Las torres híbridas anteriormente mencionadas para aerogeneradores con una estructura de torre denominada despiezada que presentan una sección de torre inferior en modo de construcción de entramado y una sección de torre superior en forma de un tubo están asociadas a la desventaja de que el cuerpo de transición entre la sección de torre superior y la inferior requiere un aumento de gasto de montaje y no posibilita un flujo de fuerza óptimo.

55 Por tanto la presente invención se basa en el objetivo de configurar y perfeccionar el cuerpo de transición y la torre en cada caso del tipo mencionado al principio y previamente descrito con detalle, de tal manera que el gasto de montaje pueda rebajarse y el flujo de fuerza mejorarse sin que esto lleve a una subida del gasto de transporte desproporcionada.

Este objetivo se consigue en el caso de un cuerpo de transición según el preámbulo de la reivindicación 1 porque las envolturas de segmento en la región superior se prolongan confluyendo las unas en las otras en ángulo agudo en secciones que indican hacia dentro.

5 Además el objetivo mencionado en el caso de una torre según el preámbulo de la reivindicación 13 se consigue porque el cuerpo de transición está configurado según una de las reivindicaciones 1 a 12.

Según la invención por lo tanto está previsto un cuerpo de transición como transición entre una sección de torre superior y una sección de torre inferior para facilitar de esta manera una torre para un aerogenerador. Para unir el cuerpo de transición está previsto una brida de acoplamiento superior que está configurada en forma de anillo. Preferiblemente la brida de acoplamiento superior está configurada en forma circular para unirse con una brida igualmente formada de una torre tubular. Por tanto la torre tubular presenta preferentemente una sección transversal redonda, en particular aproximadamente del mismo tamaño, lo cual mejora la estabilidad de la torre bajo una carga debida al viento. Fundamentalmente la brida de acoplamiento superior podría estar configurada también con forma oval o angulosa, aunque fundamentalmente es menos preferible. Para evitar una soldadura a grandes alturas es preferible cuando la brida de acoplamiento superior está prevista para atornillarse con una brida de acoplamiento de la sección de torre superior.

La sección de torre inferior representa según la invención preferentemente una estructura de torre despiezada que comprende varias patas en forma de montantes en ángulo. Para garantizar una estabilidad suficiente están previstos al menos tres montantes en ángulo. Sin embargo también pueden estar previstos preferentemente al menos cuatro montantes en ángulo para mejorar adicionalmente la estabilidad. Puede alcanzarse un buen equilibrio entre estabilidad y gasto de montaje en particular con cinco o seis montantes en ángulo. Por consiguiente, el cuerpo de transición presenta al menos tres bridas de acoplamiento que pueden unirse en cada caso con un montante en ángulo. Mientras que la sección de torre superior está orientada preferentemente en paralelo al eje de torre central, los montantes en ángulo, para una mejor derivación de fuerza están orientados preferentemente ligeramente inclinados hacia fuera y forman por consiguiente un ángulo agudo con el eje de torre central. Además es preferible que los montantes en ángulo, preferentemente de manera uniforme, estén dispuestos alrededor del eje de torre central. De este modo puede derivarse adecuadamente de igual manera por todos los lados una por ejemplo una carga debida al viento.

Se alcanza una simplificación constructiva al presentar el cuerpo de transición segmentos dispuestos distribuidos alrededor del eje de torre central, correspondiéndose el número de segmentos con el número de montantes en ángulo. Por tanto las fuerzas desviadas desde la sección de torre superior pueden distribuirse a través de los segmentos en los montantes en ángulo y desviarse a través de los montantes en ángulo. Para fines de una estructura uniforme de la torre los segmentos pueden disponerse de manera uniforme alrededor del eje de torre central. Las secciones superiores de los segmentos forman, en el lado externo del cuerpo de transición, conjuntamente una envoltura de conexión circundante en forma anular, preferentemente cerrada. Esta envoltura de conexión soporta la brida de acoplamiento superior y puede desviar hacia abajo por consiguiente las fuerzas transmitidas de manera uniforme por la sección de torre superior.

Mientras que las secciones superiores de los segmentos en la región externa se prolongan confluyendo las unas en las otras, los segmentos en la región inferior forman envolturas de segmento circundantes separadas en forma de anillo. Mientras que la envoltura de conexión presenta preferentemente una sección transversal redonda, las envolturas de segmento preferentemente al menos en secciones se apartan de una forma de sección transversal redonda. Al mismo tiempo, sin embargo es preferible cuando las envolturas de segmento presentan en sus extremos inferiores secciones transversales redondas. Entonces, las envolturas de segmento pueden desviar fuerzas de manera uniforme a través de las bridas de acoplamiento inferiores hacia los montantes en ángulo. Para el mismo fin los montantes en ángulo presentan preferentemente secciones transversales en particular igualmente redondas, del mismo tamaño. También las bridas de acoplamiento inferiores, para evitar la soldadura a gran altura, están configuradas para atornillarse con bridas de acoplamiento correspondientes de los montantes en ángulo.

En este caso la invención ha reconocido que los segmentos permiten un flujo de fuerza mejorado cuando las envolturas de segmento en la región superior en secciones que indican hacia dentro se prolongan confluyendo las unas en las otras en ángulo agudo. De este modo se reducen crestas de tensión. Las secciones que indican hacia dentro pueden indicar de manera central en este caso hacia dentro en la dirección del eje de torre central. Sin embargo esto no es necesario. Las secciones correspondientes pueden indicar también hacia dentro en la dirección de un montante de esquina adyacente. Por consiguiente las regiones externas de los segmentos se reúnen en la región de la envoltura de conexión externa y las regiones internas de los segmentos en la región interna del cuerpo de transición, en particular en la región del eje de torre central. Los segmentos correspondientes tienen en este caso la ventaja adicional de que, debido a su dimensión, pueden transportarse de manera proporcionalmente sencilla de manera separada en el lugar del montaje de la torre y allí pueden ensamblarse para formar un cuerpo de transición. Esto puede realizarse según la demanda mediante soldadura. La soldadura puede realizarse en este caso en el suelo y el cuerpo de transición puede elevarse hasta después de la soldadura de los segmentos entre sí sobre la sección de torre inferior. Además la facilitación de la brida de acoplamiento superior y de las bridas de acoplamiento inferiores lleva a un montaje del cuerpo de transición bastante sencillo entre la sección de torre inferior y la sección de torre superior de la torre de un aerogenerador.

En el caso de una primera configuración preferida del cuerpo de transición los segmentos están configurados esencialmente del mismo modo. De este modo la confección previa de los segmentos y su montaje puede simplificarse. Esto es el caso en particular cuando los segmentos tienen esencialmente la misma estructura. Entonces pueden emplearse piezas iguales en gran medida y se evita un montaje erróneo.

- 5 Las envolturas de segmento del cuerpo de transición pueden prolongarse confluyendo las unas en las otras de tal manera que el cuerpo de transición en la región del eje de torre central mediante las envolturas de segmento está cerrado por abajo. Esto lleva a un apuntalamiento del cuerpo de transición y permite además una desviación de fuerzas más homogénea que actúan sobre la torre para aerogeneradores.

- 10 Como alternativa o adicionalmente las envolturas de segmento pueden prolongarse confluyendo las unas en las otras de tal manera que las transiciones de las envolturas de segmento forman una estructura en estrella. Esta estructura en estrella parte preferentemente del eje de torre central, discurriendo el eje de torre central más preferentemente a través del centro de la estructura en estrella. En cualquier caso, la estructura en estrella lleva a un apuntalamiento del cuerpo de transición. Los segmentos pueden formar a lo largo de la estructura en estrella nervaduras de unión a lo largo de las cuales los segmentos se apoyan unos contra otros, en particular cuando una carga lateral, por ejemplo una carga debida al viento actúa en la torre.

- 15 Al mismo tiempo la estructura en estrella puede llevar a una desviación de fuerzas más uniforme para reducir crestas de tensión en la estructura del cuerpo de transición. Fundamentalmente la estructura en estrella puede estar dispuesta aproximadamente a la altura de la brida de acoplamiento superior o también por debajo. Preferiblemente, sin embargo, la estructura en estrella está prevista, en particular notablemente, por encima de las bridas de acoplamiento inferiores.

- 20 Las regiones superiores de los segmentos, si es necesario, de las envolturas de segmento, pueden presentar la forma de un segmento circular, y concretamente en particular en un plano transversal al eje de torre central, es decir en un plano horizontal. Dicho de otro modo, las regiones superiores de los segmentos, si es necesario de las envolturas de segmento, pueden estar configuradas en forma de trozos de tarta. Los segmentos circulares presentan en este caso preferentemente un ángulo de apertura en cada caso que se complementan esencialmente formando 360° y de manera más preferida tienen el mismo tamaño en cada caso. La simetría que resulta de ello lleva igualmente a un apuntalamiento adicional del cuerpo de transición, así como a un flujo de fuerza más uniforme.

- 25 Para que los segmentos en la región superior tanto en la región interna del cuerpo de transición como también en la región externa del cuerpo de transición se prolonguen los unos en las otros y puedan formar en la región inferior envolturas de segmento separadas, es oportuno cuando la forma de las secciones transversales de las envolturas de segmento varía en cualquier caso continuamente en una región superior a lo largo de la extensión longitudinal de las envolturas de segmento. Por ello se reducen crestas de tensión y se reduce el peligro de un fallo de material local, en particular mediante pandeo. En este caso, si es necesario también la superficie de sección transversal de las secciones transversales puede variar continuamente, si esto es conveniente debido a las secciones transversales de los montantes en ángulo para evitar una transición de sección transversal discontinua de los segmentos hacia los montantes en ángulo. Una discontinuidad correspondiente podría significar un aumento de la demanda de material por la parte del cuerpo de transición o por la parte de los montantes en ángulo.

- 30 En particular será preferible cuando las envolturas de segmento se estrechen hacia abajo. En otras palabras, la superficie de sección transversal de las envolturas de segmento disminuirá hacia abajo. Esto posibilita un empleo con ahorro de material de montantes en ángulo con espesores de pared y/o superficies de sección transversal reducidas, es decir de diámetros, cuando las secciones transversales de los montantes en ángulo son circulares, lo que se preferirá por razones de rigidez de los montantes en ángulo.

- 35 La rigidez de la torre en su conjunto puede aumentarse también alternativamente o adicionalmente porque la brida de acoplamiento superior y/o las bridas de acoplamiento inferiores están configuradas circulares.

- 40 Para simplificar el montaje y el mantenimiento, la brida de acoplamiento superior y/o las bridas de acoplamiento inferiores pueden estar dispuestas en el interior. En el interior significa en este caso en particular internas con respecto a las envolturas de segmento en el caso de las bridas de acoplamiento inferiores o en el interior con respecto a la envoltura de conexión en el caso de la brida de acoplamiento superior. En ambos casos la brida respectiva circula completamente en el lado del perímetro con respecto a la envoltura respectiva dado que esto lleva igualmente a una unión más rígida y más estable.

- 45 El acabado del cuerpo superior puede realizarse de manera especialmente sencilla al formarse las envolturas de segmento, preferentemente los segmentos, por chapas de acero soldadas esencialmente a lo largo. Las bridas pueden formarse en este caso preferentemente por elementos de construcción separados. Mediante la soldadura de chapas de acero pueden fabricarse de manera sencilla también formas complejas. En este contexto es especialmente oportuno, cuando en el caso de las chapas de acero se trata de chapas de acero triangulares y/o trapezoidales curvadas. Por ello la fabricación de los cuerpos de transición puede simplificarse adicionalmente.

- 50 Alternativamente las envolturas de segmento pueden estar unidas entre sí mediante chapas de unión laterales y/o una chapa de unión inferior dispuesta de manera esencialmente transversal al eje de torre central. La chapa de

unión inferior está orientada por lo tanto en el estado unido con las secciones de torre preferentemente en horizontal. La chapa de unión o las chapas de unión pueden servir para el apuntalamiento adicional del cuerpo de transición. En particular en el caso de una configuración del cuerpo de transición especialmente fisurada puede alcanzarse de este modo también que al viento se le ofrezca poca superficie de ataque y el cuerpo de transición contraponga al viento en total menos resistencia a la corriente.

En cuanto a la torre, en una primera configuración preferida de la invención, la sección de torre superior está configurada esencialmente como perfil hueco. De este modo, en el caso de un peso bajo, se alcanza una elevada rigidez. En particular la sección de torre superior está configurada con forma tubular, si es necesario con secciones transversales que se estrechan hacia arriba. Como alternativa o adicionalmente, por los mismos motivos, los montantes en ángulo están configurados esencialmente como perfil hueco y preferentemente presentan una configuración tubular cuya sección transversal puede estrecharse, si es necesario, hacia abajo.

Es especialmente preferible cuando la sección de torre inferior está configurada como torre de celosía. Este tipo de sección de torre se denomina también torre reticular. En este tipo surten efecto las ventajas de la invención de manera especial en la sección de torre inferior. Para un apuntalamiento adicional de la sección de torre inferior los montantes en ángulo pueden estar unidos entre sí mediante travesaños. Estos discurren con este fin preferentemente en horizontal y/o diagonal, prefiriéndose especialmente travesaños horizontales y diagonales.

La invención se explica a continuación mediante un dibujo que representa únicamente ejemplos de realización. En el dibujo muestra

la figura 1 una torre de acuerdo con la invención de un aerogenerador que comprende un cuerpo de transición de acuerdo con la invención en una representación en perspectiva,

la figura 2 un primer cuerpo de transición de acuerdo con la invención en una vista en perspectiva desde arriba,

la figura 3 el cuerpo de transición de la figura 2 en una vista en perspectiva desde abajo,

la figura 4A-D un detalle del cuerpo de transición de la figura 2 en diferentes vistas,

la figura 5 un segmento del cuerpo de transición de la figura 2 en una vista en perspectiva,

la figura 6 un segundo cuerpo de transición de acuerdo con la invención en una vista en perspectiva desde arriba y

la figura 7 un segmento del cuerpo de transición de la figura 7 en una vista en perspectiva.

La torre 1 representada en la figura 1 de un aerogenerador 2 está construida a partir de una sección de torre inferior 4 que presenta varios montantes en ángulo 3, una sección de torre superior 5 en forma de una torre tubular redonda en la sección transversal y un cuerpo de transición 6 dispuesto entre medias. En el extremo superior de la torre tubular de la sección de torre superior 5 está montado un aerogenerador 2 que está alojado de manera giratoria alrededor de un eje que discurre esencialmente en vertical. El aerogenerador 2 comprende un rotor 7 con tres palas de rotor 8, que puede girar alrededor de un eje horizontal. Además las palas de rotor 8 están montadas en el buje 9 del aerogenerador 2 de manera giratoria alrededor de su extensión longitudinal para poder arrancarse esencialmente sin etapas en contra del viento. En la así llamada carcasa de góndola 10 está dispuesto un generador cuyo árbol está unido de manera rígida ante el giro con el rotor 7 a través de un engranaje y un acoplamiento.

La sección de torre inferior 4 presenta, en la torre 1 representada y a este respecto preferida, seis montantes en ángulo 3, siendo posible también más o menos de seis montantes en ángulo 3. Sin embargo la torre 1 presenta al menos tres montantes en ángulo 3 cuya distancia horizontal unos respecto a otros aumenta hacia abajo partiendo del cuerpo de transición 6. Los montantes en ángulo 3 preferentemente en esencia rectos forman por lo tanto una construcción de torre de tres o más patas, cuyas patas están separadas entre sí formando un ángulo agudo. La sección de torre inferior 4 puede denominarse también estructura de torre despiezada. Cada montante de esquina 3 de la torre 1 representada y a este respecto preferida está compuesto por varios, en el presente caso tres, perfiles de tubo de acero 11 unidos entre sí en la dirección longitudinal y con ello incluso está configurada con forma tubular. Los puntos de unión de los perfiles de tubo de acero 11 se forman mediante bridas 12 perforadas, atornilladas que pueden estar configuradas como brida anular.

Preferiblemente en el caso de los perfiles de tubo de acero 11 empleados para los montantes en ángulo 3 se trata de piezas iguales que están soldadas con cordón longitudinal o soldadas con cordón en espiral. Los perfiles de tubo de acero 11 de los montantes en ángulo 3 presentan preferentemente un grosor en el intervalo de 5 mm a 30 mm mientras que el diámetro asciende preferentemente entre 500 mm a 1.900 mm.

En la torre 1 representada y a este respecto preferida los montantes en ángulo 3 están unidos entre sí mediante travesaños horizontales 13 y travesaños diagonales 14 entre sí. Los travesaños horizontales 13 y travesaños diagonales 14 están formados por perfiles de acero del mismo tipo que por ejemplo presentan una sección

transversal en forma de U, en forma de L o en forma de T. La sección de torre inferior 4 presenta por lo tanto una estructura modular empleando en la medida de lo posible piezas iguales.

5 La sección de torre superior 5 presenta una serie de segmentos de torre 15 anulares y que se estrechan hacia arriba en forma de cono que están atornillados entre sí. Los segmentos de torre 15 están configurados esencialmente como perfiles huecos y forman un tubo. Sin embargo en el tubo están previstas piezas añadidas posteriormente como tabiques intermedios, escalerillas y/o escaleras, de modo que puedan subir personas por la torre 1. La sección de torre superior 5 está unida a través del cuerpo de transición 6 en el sentido de un adaptador con la sección de torre inferior 4, en particular los montantes en ángulo 3 de la sección de torre inferior 4.

10 Un cuerpo de transición 6, que está previsto para la unión con una sección de torre inferior 4 que comprende cuatro montantes en ángulo 3 y con una sección de torre superior 5 en forma de una torre tubular con sección transversal redonda está representado detalladamente en las figuras 2 y 3. En este caso, para una mejor visibilidad se han omitido las bridas de acoplamiento, con las que está atornillado el cuerpo de transición 6 con la sección de torre superior 5 y los montantes en ángulo 3 de la sección de torre inferior 4. Las bridas de acoplamiento están configuradas como bridas anulares perforadas y están previstas en el interior con respecto a la abertura correspondiente y/o al cuerpo de transición 6. Las bridas de acoplamiento pueden atornillarse por tanto desde el espacio interno del cuerpo de transición 6 con las bridas de acoplamiento adyacentes de la sección de torre superior 5 y de la sección de torre inferior 4.

15 El cuerpo de transición 6 comprende cuatro segmentos 16 con la misma estructura, que se prolongan confluyendo los unos en los otros en la región superior del cuerpo de transición 6. Las regiones externas de los segmentos 16 se prolongan confluyendo las unas en las otras formando una envoltura de conexión 17 anular. Esta envoltura de conexión 17 soporta en su extremo superior la brida de acoplamiento no representadas en las figuras 2 y 3 para atornillar el cuerpo de transición 6 con la sección de torre superior 5. Los elementos internos de los segmentos 16 se prolongan confluyendo igualmente los unos en los otros. Los puntos de unión 18 de las regiones internas de los segmentos 16 forman una cruz, cuyo punto central está situado esencialmente en el eje de torre central de la torre 1 del aerogenerador 2.

20 Los segmentos 16 del cuerpo de transición 6 están dispuestos de manera uniforme alrededor de este eje de torre central. Además los segmentos 16 presentan en sus extremos superiores secciones transversales en forma de segmentos de cuarto de círculo con un ángulo de apertura de aproximadamente 90° en cada caso. Sin embargo, las secciones transversales de los segmentos varían desde arriba hacia abajo. En los extremos inferiores los segmentos 16 esencialmente presentan secciones transversales circulares. Allí los segmentos 16 se prolongan hacia las bridas de acoplamiento que igualmente son circulares, pero no están representadas. Las bridas de acoplamiento inferiores están dispuestas en este caso simétricas alrededor del eje de torre central.

25 Las paredes de los segmentos 16 representados y a este respecto preferidos están formados por chapas de acero que están prensadas o dobladas en formas correspondientes. Las chapas de acero forman por toda la extensión longitudinal de los segmentos una envoltura de segmento 19 circundante. En el caso del cuerpo de transición 6 representado y a este respecto preferido, en los laterales entre dos envolturas de segmento 19 adyacentes en cada caso están previstas chapas de unión 20 laterales que discurren esencialmente en vertical. En suma, el cuerpo de transición 6 presenta cuatro de estas chapas de unión 20 laterales. Además, está prevista también una chapa de unión 21 orientada esencialmente en horizontal que, por un lado llega hasta los bordes inferiores de las chapas de unión 20 verticales y por otro lado hasta las regiones internas de las envolturas de segmento 19. Estas últimas, aproximadamente por encima de la mitad de su perímetro se sujetan mediante la chapa de unión 21 inferior.

30 Para un mejor entendimiento de la forma del cuerpo de transición 6 se remite a las figuras 4A a 4D. Estas muestran la estructura interna del cuerpo de transición, tal como se produce mediante la unión de los segmentos 16 a través de los puntos de unión 18 en forma de cruz. Todas las demás piezas constructivas del cuerpo de transición 6, como por ejemplo las chapas de unión 20,21 y las bridas de acoplamiento, se han omitido por tanto en las figuras 4A a 4D. En la figura 4A el cuerpo de transición 6 está representado en una vista desde abajo y en la figura 4B en una vista desde arriba. El cuerpo de transición 6 está representado además en la figura 4C en una vista en perspectiva y en la figura 4D en una vista lateral.

35 Los segmentos 16 individuales presentan en su extremo inferior una sección transversal redonda. En la dirección del extremo superior de los segmentos 16 esta sección transversal varía continuamente, hasta adoptar aproximadamente la forma de un segmento circular o trozo de tarta. Las regiones internas de los segmentos 16 chocan en puntos de unión 18 en forma de línea, que están configurados aproximadamente en forma de estrella, en el presente caso aproximadamente en forma de cruz. El centro de la estructura en forma de estrella o en forma de cruz formada por los puntos de unión 18 entre los segmentos 16 está dispuesta aproximadamente sobre el eje de torre central, y en concreto preferentemente como también el centro de la envoltura de conexión 17. La envoltura de conexión 17 se forma por las regiones externas de los segmentos 16 y en el extremo superior del cuerpo de transición 6 está prevista circundante.

40 En el cuerpo de transición 6 representado en las figuras 2 a 4 las bridas de acoplamiento no representadas están soldadas por lo demás en el extremo superior de la envoltura de conexión 17 y los extremos inferiores de los

segmentos 16. Sin embargo el propio cuerpo de transición 6 se atornilla preferentemente a través de las bridas de acoplamiento con sección de torre superior e inferior 4,5. En el caso del cuerpo de transición 6 según las figuras 2 a 4 la envoltura de conexión 17 circundante del cuerpo de transición 6 presenta una extensión vertical muy reducida. La altura de la envoltura de conexión 17 se limita en este caso esencialmente a la unión de los segmentos 16 entre sí y a la unión de la envoltura de conexión 17 en la brida de acoplamiento. Alternativamente, no obstante la envoltura de conexión 17 podría estar configurada también más alta, pudiendo estar prevista la unión de las regiones internas de los segmentos 16 hacia más allá de la estructura en forma de estrella o en forma de cruz aproximadamente a la altura de la envoltura de conexión 17, en particular del extremo superior de la envoltura de conexión 17, o por debajo. Sin embargo, las regiones internas de los segmentos 16 deberían prolongarse confluyendo las unas en las otras por encima de los extremos inferiores de los segmentos 16.

Los segmentos 16 tienen la misma estructura y se forman mediante soldadura de chapas 22,23 trapezoidales, curvadas de manera correspondiente. En este contexto se remite en particular a la figura 5 en la que se representa un único segmento 16 del cuerpo de transición 6 según las figuras 2 a 4. El segmento 16 representado se forma mediante tres chapas 22,23 en total conformadas y soldadas entre sí. Dos de las chapas 22 están formadas en este caso a partir de un recorte de chapa esencialmente idéntico y están conformadas de manera esencialmente idéntica. Estas chapas 22 presentan por lo tanto esencialmente la misma forma. Estas dos chapas 22 forman, con respecto al cuerpo de transición 6, la región interna, mientras que la tercera chapa 23 curvada, desviándose de las otras chapas 22 forma con respecto al cuerpo de transición 6 esencialmente la región externa del segmento 16. Los segmentos 16 formados de esta manera están unidos entre sí igualmente mediante soldadura los unos con los otros.

Una configuración alternativa del cuerpo de transición 6' se representa en la figura 6. El cuerpo de transición 6' correspondiente se asemeja en este caso en su estructura básica al cuerpo de transición 6 según las figuras 2 a 5, por lo cual a continuación únicamente se tratarán las diferencias de los cuerpos de transición 6,6'. En el caso del cuerpo de transición 6', según la figura 6, entre dos segmentos 16' en cada caso están previstas chapas de unión 20' laterales que están orientadas principalmente en vertical. Estas chapas de unión 20' están previstas además aproximadamente alineadas con el lado externo del cuerpo de transición 6'. Las chapas de unión 20' laterales representadas y a este respecto preferidas presentan en su borde inferior un rebaje 24 arqueado. Se ha prescindido de una chapa de unión orientada esencialmente en horizontal en el caso del cuerpo de transición 6' según la figura 6.

Otra diferencia del cuerpo de transición 6' según la figura 6, comparado con el cuerpo de transición 6 según la figura 2 a 4 consiste en la fabricación y configuración de los segmentos 16' individuales. Estos se obtienen mediante soldadura de esencialmente cinco chapas 25,26 triangulares y una chapa 27 trapezoidal. Las chapas 25,26 triangulares pueden obtenerse a partir de un recorte de chapa esencialmente idéntico, conformándose las chapas 25,26 de dos maneras diferentes para obtener la forma curvada deseada. Tres de las chapas 25 presentan tras la conformación una forma esencialmente igual, mientras que la otras dos chapas 26 triangulares presentan igualmente en esencia una forma idéntica. La chapa 27 trapezoidal y conformada igualmente a partir de un recorte plano forma la mayor parte del lado del segmento 16' que indica hacia fuera en el cuerpo de transición 6'.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cuerpo de transición (6,6') para su disposición entre una sección de torre superior (5) y una sección de torre inferior (4) de una torre (1) para un aerogenerador (2), con una brida de acoplamiento superior esencialmente anular para unir el cuerpo de transición (6) a una sección de torre superior (5) y a al menos tres bridas de acoplamiento inferiores esencialmente anulares en cada caso para la unión a un montante en ángulo (3) de una sección de torre inferior (4), presentando el cuerpo de transición (6,6') varios segmentos (16,16') dispuestos alrededor de un eje de torre central, correspondiéndose el número de segmentos (16,16') con el número de montantes en ángulo (3), formando las secciones superiores de los segmentos (16,16') en el lado externo del cuerpo de transición (6,6') una envoltura de conexión (17) circundante en forma anular, que soporta la brida de acoplamiento superior, y formando cada una de las secciones inferiores de los segmentos (16,16') envolturas de segmento (19) circundantes en forma anular que soportan en cada caso una brida de acoplamiento inferior, **caracterizado porque** las envolturas de segmento (19) en la región superior se prolongan confluyendo las unas en las otras en ángulo agudo en secciones que indican hacia dentro.
- 10 2. Cuerpo de transición según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los segmentos (16) están configurados esencialmente del mismo modo, preferentemente con la misma estructura.
- 15 3. Cuerpo de transición según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** las envolturas de segmento (19) se prolongan confluyendo las unas en las otras de tal manera que el cuerpo de transición (6,6') está cerrado por abajo mediante las envolturas de segmento (19) en la región del eje de torre central.
- 20 4. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** las envolturas de segmento (19) se prolongan las unas en las otras de tal manera que las transiciones de las envolturas de segmento (19) forman una estructura en estrella partiendo preferentemente del eje de torre central.
- 25 5. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** las regiones superiores de las envolturas de segmento (19) presentan la forma de un segmento circular.
6. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** las envolturas de segmento (19) en la región superior presentan secciones transversales que varían continuamente.
7. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** las envolturas de segmento (19) se estrechan hacia abajo.
8. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** la brida de acoplamiento superior y/o las bridas de acoplamiento inferiores están configuradas circulares.
- 30 9. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la brida de acoplamiento superior y/o las bridas de acoplamiento inferiores están dispuestas en el interior.
10. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** las envolturas de segmento (19), preferentemente los segmentos (6,6'), están formadas por chapas de acero (22,23,25,26,27) soldadas de manera esencialmente longitudinal.
- 35 11. Cuerpo de transición según la reivindicación 10, **caracterizado porque** las chapas de acero (22,23,25,26,27) son chapas de acero (22,23,25,26,27) curvadas triangulares y/o trapezoidales.
12. Cuerpo de transición según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** las envolturas de segmento (29) están unidas entre sí mediante chapas de unión laterales (20,20') y/o una chapa de unión inferior (21) dispuesta de manera esencialmente transversal al eje de torre central.
- 40 13. Torre (1) para un aerogenerador (2) con una sección de torre superior (5) en forma de una torre tubular, una sección de torre inferior (4) que presenta al menos tres montantes en ángulo (3) y un cuerpo de transición (6) que une la sección de torre superior (5) a la sección de torre inferior (4), **caracterizada porque** el cuerpo de transición (6) es un cuerpo de transición (6) según una de las reivindicaciones 1 a 12.
- 45 14. Torre según la reivindicación 13, **caracterizada porque** la sección de torre superior (5) y/o los montantes en ángulo (3) están configurados esencialmente como perfil hueco, en particular con forma tubular.
15. Torre según una de las reivindicaciones 13 o 14, **caracterizada porque** la sección de torre inferior (4) está configurada como torre de celosía y porque los montantes en ángulo (3) están unidos entre sí mediante travesaños (13,14), que discurren preferentemente en horizontal o en diagonal.

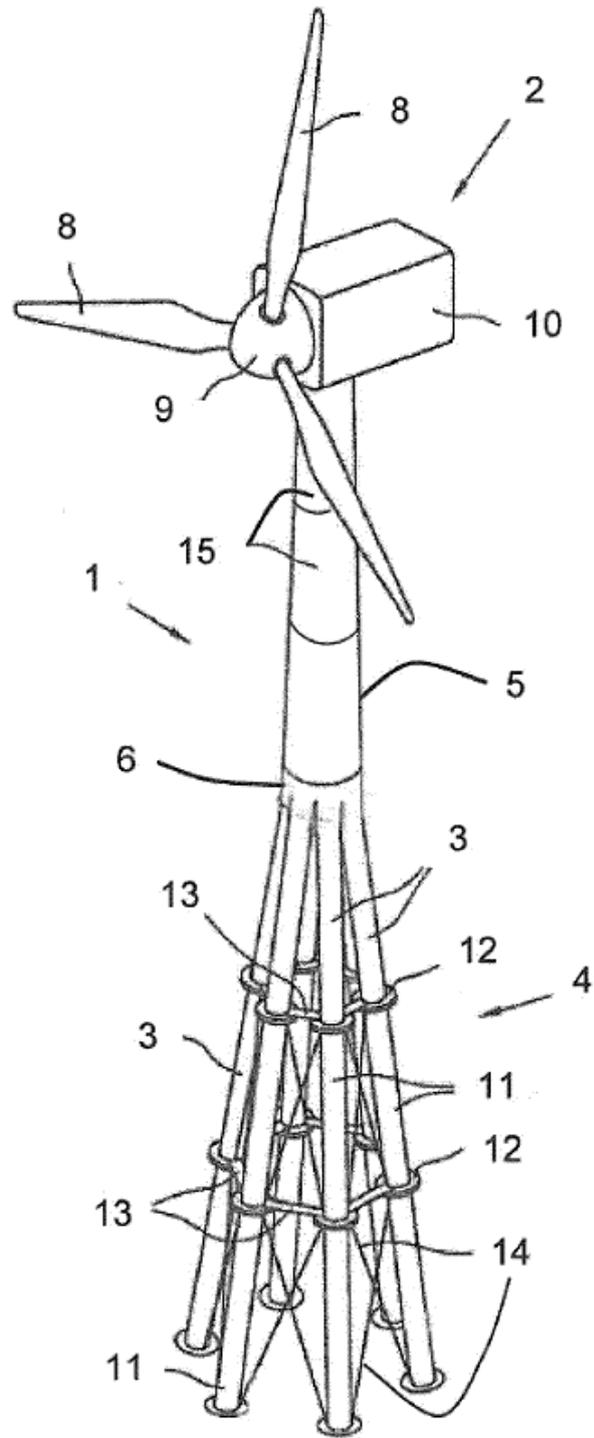


Fig.1

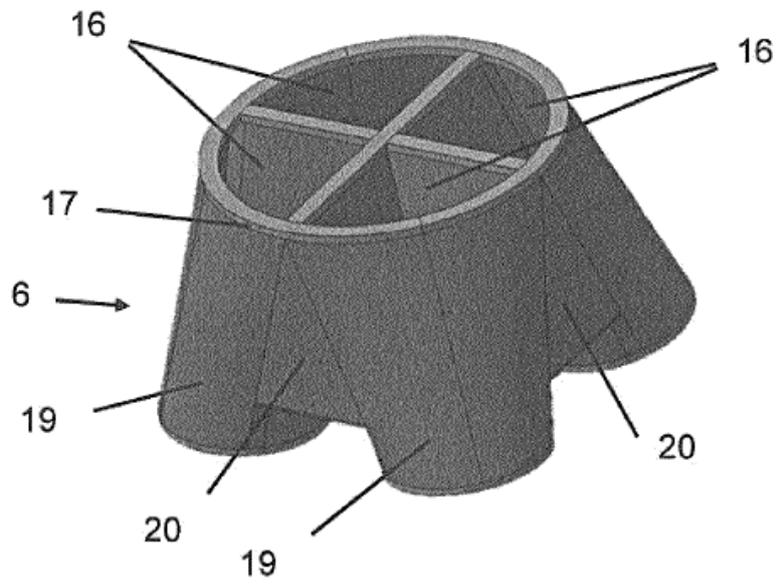


Fig. 2

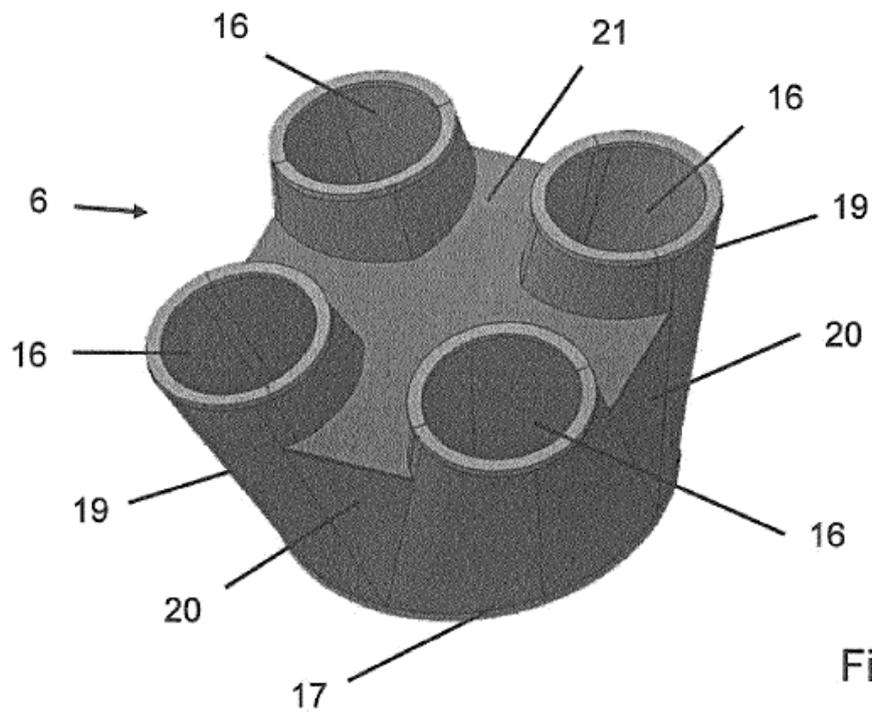
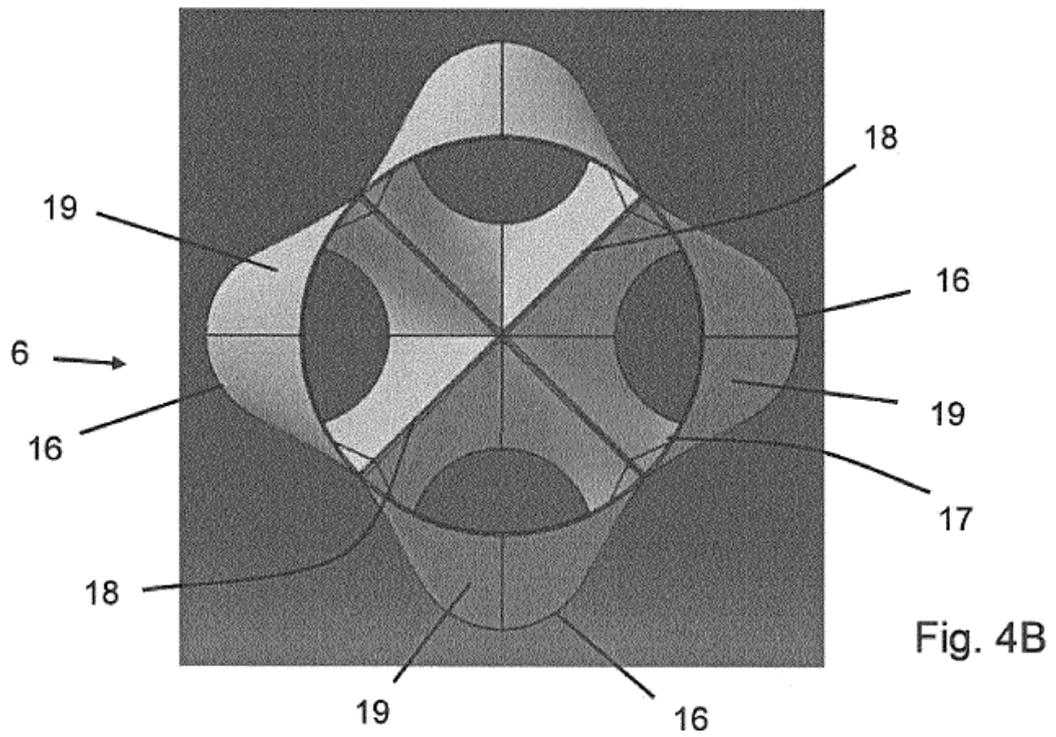
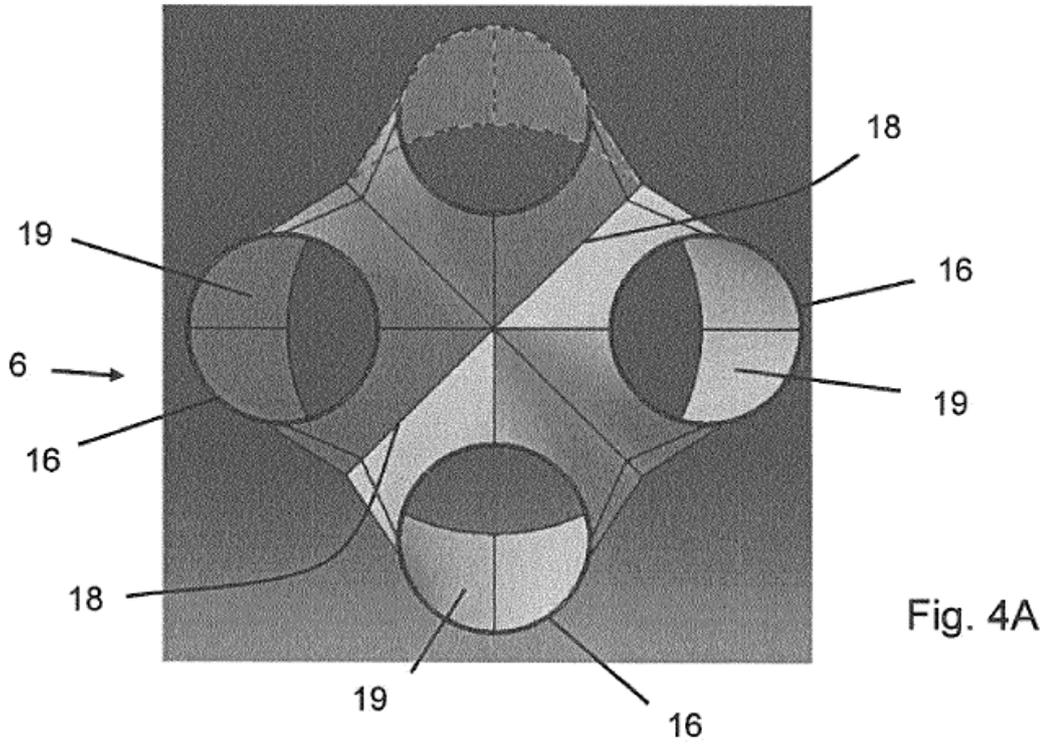


Fig. 3



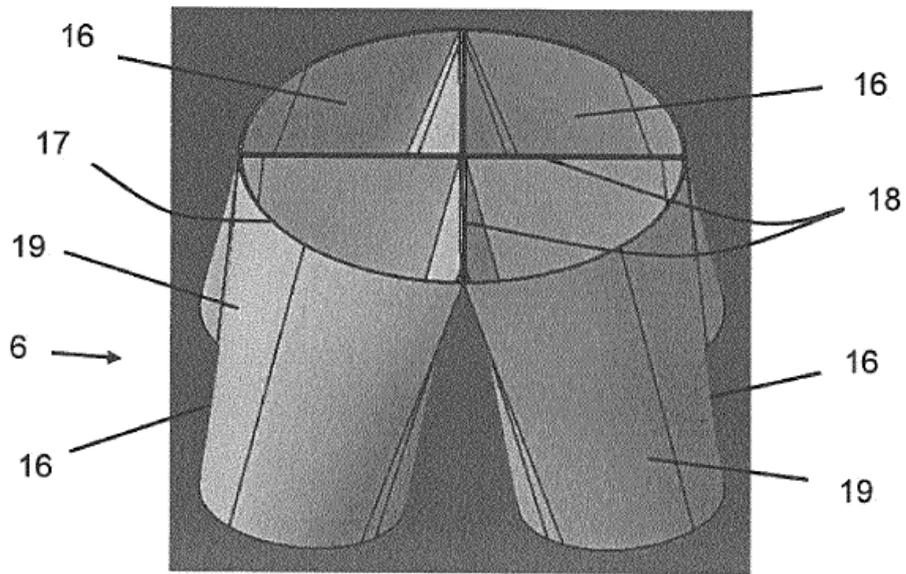


Fig. 4C

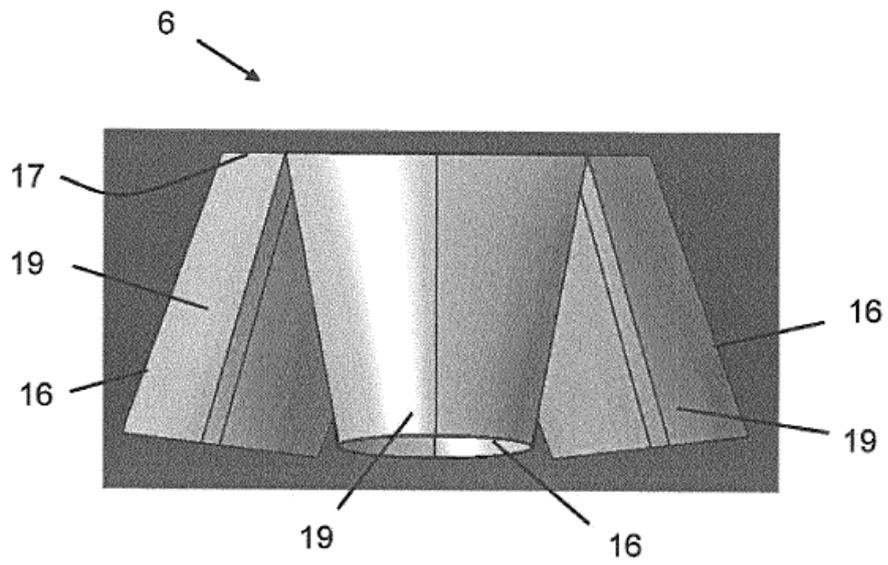


Fig. 4D

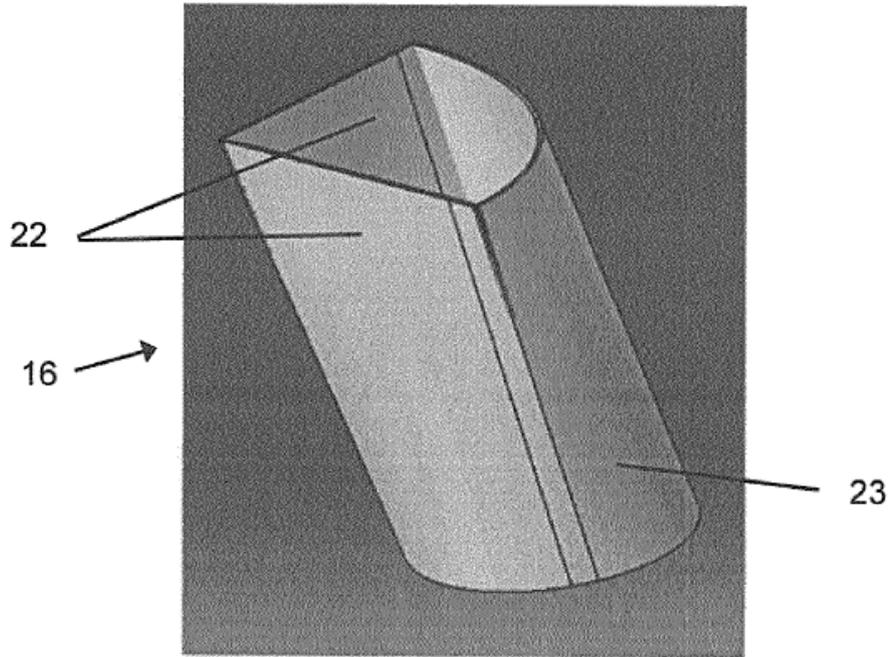


Fig. 5

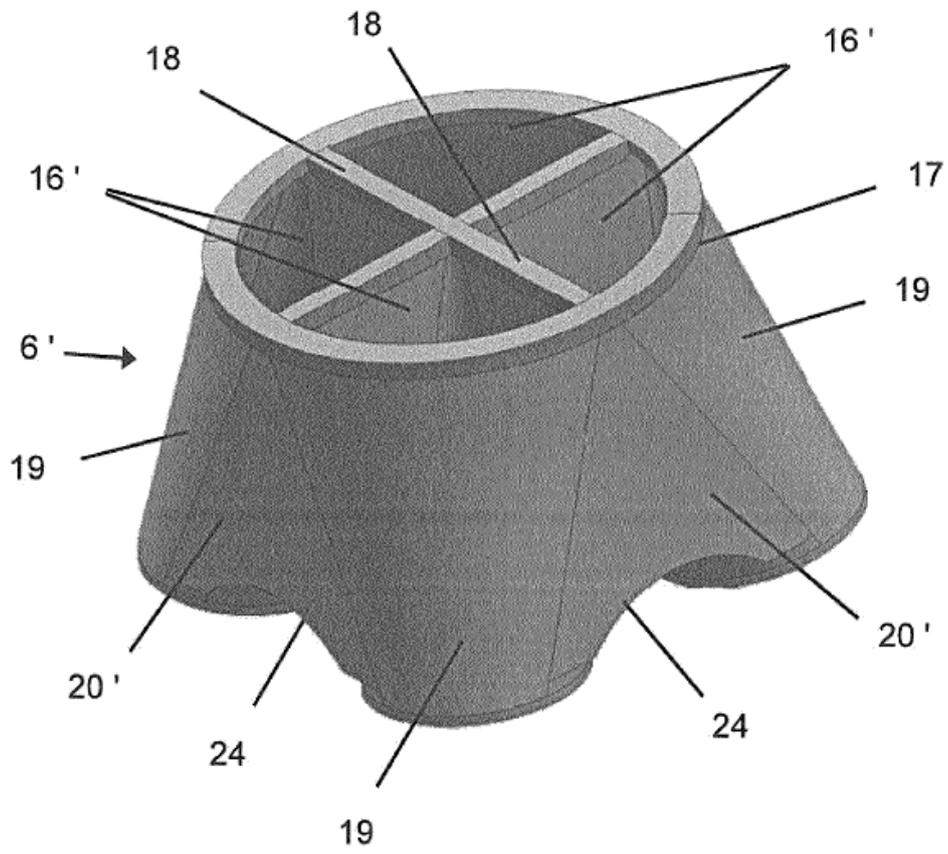


Fig. 6

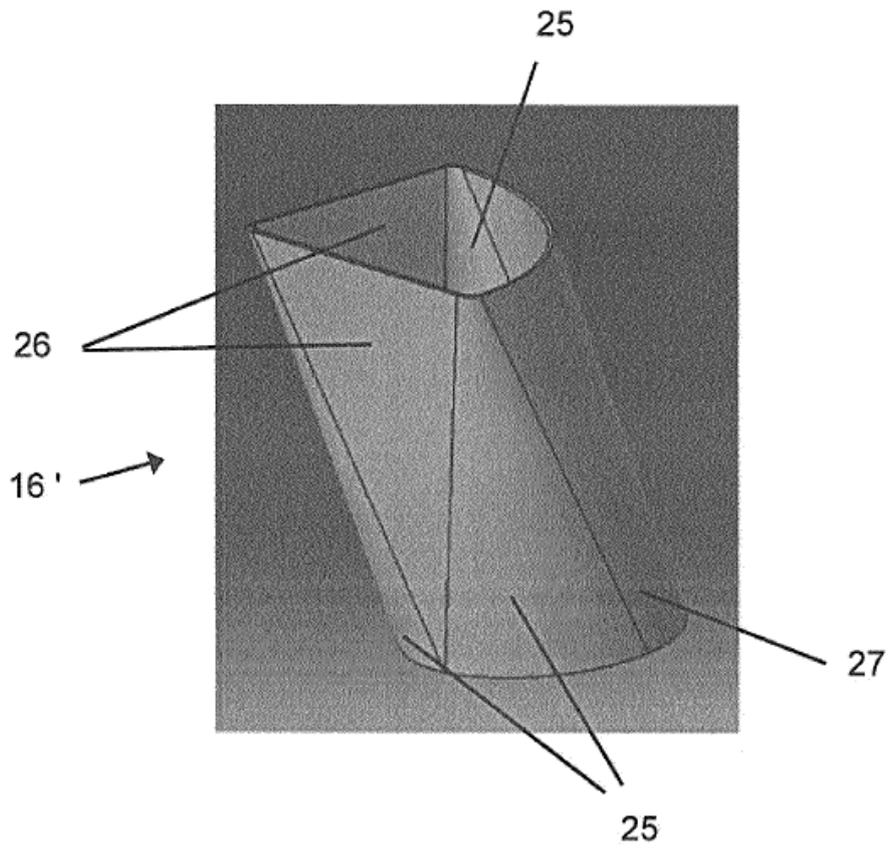


Fig. 7