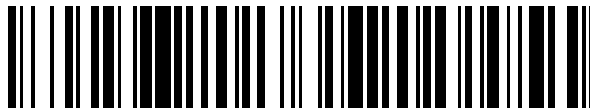


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 672**

51 Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)

E04H 12/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2012** **E 12151192 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 2481927**

54 Título: **Torre modular y procedimiento de ensamblaje de la misma**

30 Prioridad:

19.01.2011 US 201113009326

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

30.06.2016

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

HARIDASU, BALAJI;
FANG, BIAO y
ZHENG, DANIAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 575 672 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

Torre modular y procedimiento de ensamblaje de la misma

La materia objeto divulgada en la presente memoria se refiere generalmente a torres modulares y, más específicamente, para ensamblar las secciones de una torre modular.

5 Las estructuras de torres modulares se utilizan a menudo como bases para soportar estructuras, tales como torres de aerogeneradores, torres de telefonía móvil, y postes de electricidad. Debido a su tamaño, estas torres se construyen a menudo en el lugar, puesto que las torres en sí son mucho más grandes que lo prácticamente transportable. Los componentes utilizados con dichas torres se ensamblan, a menudo, fuera de las instalaciones. Al igual que en la propia torre, la logística del transporte limita, por lo general, el tamaño de almacenamiento y/o el peso de tales componentes.

10 Por ejemplo, el documento WO 2005/028781 describe una torre de material compuesto para un aerogenerador en la que se pueden utilizar secciones telescópicas construidas en el sitio.

15 La altura de la torre está al menos parcialmente limitada por las dimensiones de la base de la torre. Como tal, una torre más alta requiere una base correspondientemente más grande para soportar adecuadamente la estructura de la torre. Para mejorar la integridad estructural global y para reducir el tiempo de ensamblado en el sitio, es generalmente deseable ensamblar los componentes de la torre modular en el menor número de piezas posible. Sin embargo, debido a las limitaciones de transporte, el tamaño total de los componentes y secciones es limitado. Como tal, la altura de la torre se puede limitar por el tamaño de los componentes unitarios que se pueden utilizar en vista de las limitaciones de transporte.

20 Por consiguiente, diversos aspectos y realizaciones de la presente invención, como se define por las reivindicaciones adjuntas, se proporcionan.

A continuación se describirán diversos aspectos y realizaciones de la presente invención en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática de un aerogenerador ejemplar.

25 La Figura 2 es una vista en sección parcial de una góndola ejemplar utilizada con el aerogenerador que se muestra en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una sección de torre ejemplar que se puede utilizar con el aerogenerador que se muestra en la Figura 1.

30 La Figura 4 es una vista en perspectiva ampliada de una porción de la sección de torre que se muestra en la Figura 3 y es tomada a lo largo del área 4.

La Figura 5 es una vista en perspectiva en sección transversal de una porción de las secciones de torre que se puede utilizar con el aerogenerador que se muestra en la Figura 1.

La Figura 6 es una vista en perspectiva en sección transversal de una porción de secciones de torre que se puede utilizar con el aerogenerador que se muestra en la Figura 1.

35 La Figura 7 es una vista en perspectiva de un panel de sección ejemplar que se puede utilizar con el aerogenerador que se muestra en la Figura 1.

La Figura 8 es una vista en perspectiva de una sección de torre ejemplar que se puede utilizar con el aerogenerador se muestra en la Figura 1.

La Figura 9 es una vista en planta de la sección de torre que se muestra en la Figura 8.

40 La Figura 10 es una vista ampliada de una porción de la sección de torre que se muestra en la Figura 8.

Varios de los procedimientos y componentes de torres modulares descritos en la presente memoria facilitan la construcción de una torre modular. Específicamente, los componentes de torres modulares y los procedimientos descritos en la presente memoria permiten la construcción de secciones de torre que son más grandes que las secciones de torre unitarias que están limitadas en tamaño por las limitaciones de transporte. Al utilizar secciones de torres modulares más grandes, se pueden construir torres estructuralmente firmes con mayores alturas de cubo. Además, los elementos separadores descritos en la presente memoria facilitan la alineación de paneles de sección adyacentes durante la construcción y aumentan, por tanto, la integridad estructural de la torre ensamblada. Además, las bridas descritas en la presente memoria que se utilizan para conectar secciones de torre adyacentes entre sí, facilitan la reducción de tensiones circunferenciales inducidas en los componentes de torre.

50 La Figura 1 es una vista esquemática de un aerogenerador 100 ejemplar. En la realización ejemplar, el

aerogenerador 100 es un aerogenerador de eje horizontal. Como alternativa, el aerogenerador 100 puede ser un aerogenerador de eje vertical. En la realización ejemplar, el aerogenerador 100 incluye una torre 102 que se extiende desde y se acopla a una superficie 104 de soporte. La torre 102 se puede acoplar a la superficie 104 con pernos de anclaje o a través de una pieza de montaje de base (no mostrados), por ejemplo. Una góndola 106 se acopla a la torre 102, y un rotor 108 se acopla a la góndola 106. El rotor 108 incluye un cubo 110 giratorio y una pluralidad de palas 112 del rotor acopladas al cubo 110. En la realización ejemplar, el rotor 108 incluye tres palas 112 del rotor. Como alternativa, el rotor 108 puede tener cualquier número adecuado de palas 112 del rotor que permita al aerogenerador 100 funcionar como se describe en la presente memoria. La torre 102 puede tener cualquier altura y/o construcción conveniente que permita al aerogenerador 100 funcionar como se describe en la presente memoria.

Las palas 112 del rotor se separan alrededor del eje 110 para facilitar el giro del rotor 108, transformando de este modo la energía cinética del viento 114 en energía mecánica utilizable, y, posteriormente, en energía eléctrica. El rotor 108 y la góndola 106 se hacen girar alrededor de la torre 102 en un eje 116 de guiñada para controlar una perspectiva de las palas 112 del rotor con respecto a una dirección del viento 114. Las palas 112 del rotor se acoplan al cubo 110 mediante el acoplamiento de una porción 118 de base de la pala del rotor al cubo 110 en una pluralidad de regiones 120 de transferencia de carga. Cada una de las regiones 120 de transferencia de carga tiene una región de transferencia de carga del cubo y una región de transferencia de carga de la pala del rotor (ninguna se muestra en la Figura 1). Las cargas inducidas a las palas 112 del rotor se transfieren al cubo 110 a través de las regiones 120 de transferencia de carga. Cada pala 112 del rotor incluye también una porción 122 de punta de la pala del rotor.

En la realización ejemplar, las palas 112 del rotor tienen una longitud de entre aproximadamente 30 metros (m) (99 pies (pies)) y aproximadamente 120 m (394 pies). Como alternativa, las palas 112 del rotor pueden tener cualquier longitud adecuada que permita al aerogenerador 100 funcionar como se describe en la presente memoria. Por ejemplo, las palas 112 del rotor pueden tener una longitud adecuada de menos de 30 m o de más de 120 m. A medida que el viento 114 entra en contacto con el rotor 112, las fuerzas de elevación se inducen en la pala 112 del rotor y el giro del rotor 108 alrededor de un eje 124 de giro se induce a medida que se acelera la porción 122 de punta de la pala del rotor.

Un ángulo de paso (no mostrado) de las palas 112 del rotor, es decir, un ángulo que determina la perspectiva de la pala 112 del rotor con respecto a la dirección del viento 114, se puede cambiar por un conjunto de paso (no mostrado en la Figura 1). Más específicamente, el aumento de un ángulo de paso de la pala 112 del rotor disminuye una cantidad del área 126 superficial de la pala del rotor expuesta al viento 114 y, a la inversa, la disminución de un ángulo de paso de la pala 112 del rotor aumenta la cantidad de área 126 superficial de la pala del rotor expuesta al viento 114. Los ángulos de paso de las palas 112 del rotor se ajustan sobre un eje 128 de paso en cada pala 112 del rotor. En la realización ejemplar, los ángulos de paso de las palas 112 del rotor se controlan individualmente.

La Figura 2 es una vista en sección parcial de la góndola 106 que se utiliza con el aerogenerador 100. En la realización ejemplar, diversos componentes del aerogenerador 100 se alojan en la góndola 106. Por ejemplo, en la realización ejemplar, la góndola 106 incluye los conjuntos 130 de paso. Cada conjunto 130 de paso se acopla a una pala 112 del rotor asociada (que se muestra en la Figura 1), y modula un paso de una pala 112 del rotor asociada alrededor del eje 128 de paso. En la realización ejemplar, cada conjunto 130 de paso incluye al menos un motor 131 de accionamiento de paso.

Por otra parte, en la realización ejemplar, el rotor 108 se acopla de forma giratoria a un generador 132 eléctrico situado dentro de la góndola 106 a través de un eje 134 del rotor (denominado a veces, ya sea como un eje principal o un eje de baja velocidad), una caja 136 de engranajes, un eje 138 de alta velocidad, y un acoplamiento 140. El giro del eje 134 del rotor acciona de forma giratoria la caja 136 de engranajes que, posteriormente, acciona el eje 138 de alta velocidad. El eje 138 de alta velocidad acciona de forma giratoria el generador 132 a través del acoplamiento 140 y el giro del eje 138 de alta velocidad facilita la producción de energía eléctrica por el generador 132. La caja 136 de engranajes se soporta por un soporte 142 y el generador 132 se soporta por un soporte 144. En la realización ejemplar, la caja 136 de engranajes utiliza una geometría de trayectoria doble para accionar el eje 138 de alta velocidad. Como alternativa, el eje 134 del rotor se puede acoplar directamente al generador 132 a través del acoplamiento 140.

La góndola 106 incluye también un mecanismo 146 de accionamiento de guiñada que hace girar la góndola 106 y el rotor 108 alrededor del eje 116 de guiñada para controlar la perspectiva de las palas 112 del rotor con respecto a la dirección del viento 114. La góndola 106 incluye también al menos un mástil 148 meteorológico que en una realización, incluye una veleta y anemómetro (ninguno se muestra en la Figura 2). En una realización, el mástil 148 meteorológico proporciona información, incluyendo la dirección del viento y/o la velocidad del viento, a un sistema 150 de control de turbina. El sistema 150 de control de turbina incluye uno o más controladores u otros procesadores configurados para ejecutar algoritmos de control. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "procesador" incluye cualquier sistema programable que incluya sistemas y microcontroladores, circuitos de conjunto reducido de instrucciones (RISC), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), circuitos lógicos programables (PLC), y cualquier otro circuito capaz de ejecutar las funciones descritas en la presente memoria. Los ejemplos anteriores son solamente ejemplares, y por lo tanto no están destinados a limitar de ninguna manera la definición y/o el significado

del término procesador. Por otra parte, el sistema 150 de control de turbina puede ejecutar un programa SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

El conjunto 130 de paso se acopla operativamente al sistema 150 de control de turbina. En la realización ejemplar, la góndola 106 incluye también un cojinete 152 de soporte frontal y un cojinete 154 de soporte de popa. El cojinete 152 de soporte frontal y el cojinete 154 de soporte de popa facilitan el soporte radial y la alineación del eje 134 del rotor. El cojinete 152 de soporte frontal se acopla al eje 134 del rotor cerca del cubo 110. El cojinete 154 de soporte de popa se sitúa en el eje 134 del rotor cerca de la caja 136 de engranajes y/o del generador 132. La góndola 106 puede incluir cualquier número de cojinetes de soporte que permitan que el aerogenerador 100 funcione como se divulga en la presente memoria. El eje 134 del rotor, el generador 132, la caja 136 de engranajes, el eje 138 de alta velocidad, el acoplamiento 140, y cualquier elemento de sujeción, soporte y/o dispositivo de seguridad asociados incluyendo, pero sin limitarse a, el soporte 142, el soporte 144, el cojinete 152 de soporte frontal y el cojinete 154 de soporte de popa, son a veces referidos como un tren 156 de transmisión.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una sección 200 de torre ejemplar que se puede utilizar en el ensamblado de al menos una porción de torre 102 (que se muestra en la Figura 1). La Figura 4 es una vista en perspectiva ampliada de una porción de sección 200 de torre tomada a lo largo del área 4. En la realización ejemplar, la sección 200 de torre se forma de una pluralidad de paneles 200 de sección arqueada. La sección 200 de torre incluye un eje 204 central que se extiende a través de la misa. Si bien la sección 200 de torre se ilustra cómo siendo cónica, la sección 200 de torre puede tener cualquier forma, incluyendo, sin limitación, una forma cilíndrica o poligonal, que permita a la torre 102 funcionar como se describe aquí en la presente memoria. Del mismo modo, los paneles 202 de sección pueden tener diferentes formas, además de las descritas específicamente en la presente memoria. Por ejemplo, para una sección 200 de torre poligonal, los paneles 202 de sección se pueden formar con una o más superficies planas. En la realización ejemplar, cada panel 202 de sección tiene un primer borde 206 circunferencial y un segundo borde 208 opuesto. Los paneles 202 de sección circunferenciales se pueden fabricar de diversos materiales, tales como acero al carbono. Dentro de una torre, tal como la torre 102, al menos una sección 200 de torre se puede formar con un conducto de entrada (no mostrado) que permite el acceso a una cavidad interior de la torre 102 que se define al menos parcialmente por los paneles 202 de sección. La sección 200 de torre y cada panel 202 de la sección se extienden desde un primer borde 210 axial hasta un segundo borde 212 axial, una longitud L_1 axial definida entre el primer borde 210 axial y segundo borde 212 axial.

En la realización ejemplar, los paneles 202 circunferencialmente adyacentes se acoplan entre sí mediante al menos un conector 214 para formar la sección 200 de torre. Dependiendo de la estructura y/o la forma de los paneles 202 de sección, los conectores 214 pueden variar también, como se describe en más detalle a continuación. En la realización ejemplar, cada conector 214 incluye una brida 302 exterior, una brida 304 interior opuesta, y un separador 306 que se extiende entre las bridas 302 y 304. En concreto, en la realización ejemplar, la brida 302 exterior, la brida 304 interior, y el separador 306 se orientan de tal manera que una primera ranura 308 y una segunda ranura 310 se definen dentro del conector 214. Más específicamente, en la realización ejemplar, el separador 306 asegura que las bridas 302 y 304 se separen radialmente una distancia D_1 entre sí de tal manera que las ranuras 308 y 310 se definen. En una realización, el conector 214 se fabrica de los mismos materiales, tal como acero al carbono, que se utilizan en la fabricación de los paneles 202 de sección. Como alternativa, el conector 214 se puede fabricar de un material diferente al de los paneles 202 de sección, y/o de cualquier material que permita a la torre 102 y a la sección 200 de torre funcionar como se describe en la presente memoria.

El conector 214 puede incluir una articulación (no mostrada) o cualquier mecanismo de conexión adecuado que permita que el conector 214 se acople a los paneles 202 de sección. Además, el conector 214 se fabrica con componentes conectores separados. En la realización ejemplar, cada conector 214 se forma de dos porciones 312 y 314 en forma de T. Más específicamente, en la realización ejemplar, en la que los paneles 202 de sección son arqueados, las porciones 312 y 314 en forma de T se arquean también para facilitar la recepción de los paneles 202 de sección. Como alternativa, las porciones 312 y 314 en forma de T pueden ser angulares o planas, o cualquier otra forma de sección transversal que permita a la torre 102 y a la sección 200 de torre funcionar como se describe en la presente memoria. En la realización ejemplar, cada porción 312 y 314 en forma de T se forma con una extensión 316 del separador y una extensión 318 de la brida.

Cuando se ensamblan, la extensión 316 del separador de la primera porción 312 en forma de T está en contra de la extensión 316 del separador de la segunda porción 314 en forma de T de tal manera que las ranuras 308 y 310 se definen entre la extensión 318 de brida de cada porción 312 y 314 en forma de T. Las porciones 312 y 314 en forma de T se pueden acoplar entre sí antes o después de la inserción de los paneles 202 de sección en la ranura 308 y/o 310, como se describe en más detalle a continuación. Cualquier mecanismo o técnica de sujeción adecuada se puede utilizar para acoplar las extensiones 316 de los separadores entre sí. El conector 214 se puede formar también a partir de diferentes configuraciones.

En la realización ejemplar, cada conector 214 incluye una pluralidad de aberturas 330 definidas en su interior que se extienden a través del mismo. Si bien las aberturas 330 se ilustran como estando orientadas en filas circunferenciales, se debe tener en cuenta que cualquier número de aberturas 330 y/o cualquier orientación de aberturas 330 que permita acoplar el conector 214 a los paneles 202 de sección adyacentes entre sí mientras se mantiene la fuerza y la integridad estructural de la sección 200 de torre se puede utilizar. Más específicamente, en la

realización ejemplar, las aberturas 330 se definen en un par de filas 332 circunferenciales que se extienden cada una desde un primer extremo 334 de cada conector 214 hasta un segundo extremo 336 de cada conector. Por otra parte, en la realización ejemplar, la porción 314 en forma de T del conector se encuentra radialmente hacia dentro de la porción 312 en forma de T, y las aberturas 330 definidas en la porción 314 en forma de T se alinean sustancialmente de forma concéntrica con las aberturas 330 definidas en la porción 312 en forma de T. Además, las aberturas 330 se dimensionan y orientan para recibir pernos y/u otro elemento de sujeción adecuado a través de las mismas que permitan a los paneles 202 de sección acoplarse de forma segura a los conectores 214, como se describe en más detalle a continuación. En la realización ejemplar, las aberturas 330 definidas en cada fila 332 en el conector 214 se forman con el mismo diámetro D_2 y forma. Como alternativa, las aberturas 330 en una fila 332 pueden tener un diámetro D_2 y/o forma diferente de las aberturas 330 en una fila 332 adyacente.

Cada conector 214 se dimensiona y orienta para acoplar los paneles 202 de sección adyacentes entre sí para formar la sección 200 de torre. En una realización, los paneles 202 de sección se acoplan firmemente al conector 214. Como alternativa, los paneles 202 de sección se pueden acoplar de forma desmontable al conector 214. En la realización ejemplar, los paneles 202 de sección incluyen cada uno una pluralidad de aberturas 342 definidas en su interior. Las aberturas 342 de los paneles se dimensionan y orientan para alinearse con las aberturas 330 de los conectores. En concreto, en la realización ejemplar, las aberturas 342 se orientan en un par de filas sustancialmente paralelas que se extienden cada una sustancialmente paralela a los bordes 206 y 208 circunferenciales. Durante el ensamblado de la sección 200 de torre, el primer borde 206 circunferencial de la primera sección 202 de panel se inserta en la primera ranura 308 del colector, y el segundo borde 208 circunferencial del segundo panel 202 de sección se inserta en la segunda ranura 310 del colector. Después de que cada borde 206 y 208 circunferencial se inserta en una ranura 308 y 310 del conector respectiva, las aberturas 342 de panel se alinean sustancialmente de forma concéntrica con respecto a las aberturas 330 definidas en el conector 214. En consecuencia, un elemento de sujeción adecuado, tal como un perno, se puede insertar a través de las aberturas 330 y 342 de tal manera que los elementos de sujeción se extienden a través de las extensiones 318 de brida y a través del bordes 206 y 208 circunferenciales de los paneles para permitir que los paneles 202 de sección se acoplen entre sí de forma segura. En la realización ejemplar, los elementos de sujeción se extienden en una dirección sustancialmente radial con respecto al eje 204 central de la sección.

En la realización ejemplar, cada conector 214 tiene una longitud L_2 axial medida entre los extremos 334 y 336 que es aproximadamente la misma que una longitud L_1 axial de cada panel 202 de sección. Como tal, en la realización ejemplar, cada conector 214 se extiende a lo largo de toda la longitud L_1 axial de los bordes 206 y 208 circunferenciales de los paneles.

La Figura 5 es una vista en perspectiva en sección transversal de una porción de secciones 400 de torre alternativas que se pueden utilizar en el ensamblado de al menos una porción de la torre 102 (que se muestra en la Figura 1). En la realización ejemplar, las secciones 400 de torre incluyen una sección 402 de torre inferior que es una sección de torre cónica que se forma a partir de paneles 202 de sección como se describe en la presente memoria con respecto a la sección 200 de torre (mostrada en la Figura 3), y una sección 404 de torre superior que es una sección unitaria. Como alternativa, la sección 402 de torre inferior se podría acoplar a otra sección 404 de torre que se forma de paneles 202 de sección en oposición a una sección de torre unitaria (no mostrada). En una realización, para facilitar la mejora de la estabilidad y la rigidez de la torre 102, cuando dos secciones 200 de torre que se forman cada una de paneles 202 de sección se acoplan entre sí, las secciones 200 de torre se orientan de tal manera que los conectores 214 en las secciones 200 de torre no se alinean verticalmente entre sí.

En la realización ejemplar, la sección 404 de torre superior incluye una brida 408 inferior que es anular y sustancialmente plana, y la sección 402 de torre inferior incluye una brida 406 superior que es anular y sustancialmente plana. Además, en la realización ejemplar, cada brida 406 y 408 es sustancialmente circular. Cada una de las bridas 406 y 408 incluye una pluralidad de aberturas 410 definidas en su interior que se dimensionan y orientan para recibir una pluralidad de elementos de sujeción (no mostrados) a través de las mismas para permitir que la brida 406 superior se acople con seguridad a la brida 408 inferior. En realizaciones alternativas, soldaduras o remaches se pueden utilizar también para acoplar con seguridad las bridas 406 y 408 entre sí. Las bridas 406 y/o 408 se pueden formar de manera unitaria con los paneles 202 de sección y/o se pueden acoplar a las secciones 402 y 404 de torre. Además, si bien las bridas 406 y 408 se ilustran como que extendiéndose radialmente hacia el interior desde las secciones 402 y 404 de torre, en otras realizaciones, al menos una porción de las bridas 406 y/o 408 se podría extender radialmente hacia fuera desde las secciones 402 y 404 de torre.

La Figura 6 es una vista en perspectiva en sección transversal de una conexión alternativa entre una sección 402 de torre inferior y una sección 404 de torre superior. En la realización ejemplar, un conector 420 horizontal se utiliza para acoplar sección 40 de torre 402 inferior a la sección 404 de torre superior. En la realización ejemplar, el conector 420 horizontal tiene una estructura similar al conector 214. Más específicamente, el conector 420 horizontal incluye una brida 422 exterior, una brida 424 interior opuesta, y un separador 426 que se extiende entre las bridas 422 y 424. En concreto, en la realización ejemplar, la brida 422 exterior, la brida 424 interior, y el separador 426 se orientan de tal manera que una ranura 428 inferior y una ranura 430 superior se definen dentro de conector 420.

El conector 420 horizontal puede incluir una articulación (no mostrada) o cualquier mecanismo de conexión adecuado que permita que el conector 420 acople la sección 402 de torre inferior a la sección 404 de torre superior.

En la realización ejemplar, el conector 420 es un conector unitario. En realizaciones alternativas, el conector 420 se puede fabricar a partir de componentes de conectores separados que pueden estar acoplados entre sí, adyacentes entre sí, y/o separados uno del otro. En la realización ejemplar, el conector 420 horizontal incluye una pluralidad de aberturas 440 definidas en su interior que se extienden a través del mismo, similar a las aberturas 330 en el conector 214. Además, las aberturas 440 se dimensionan y orientan para recibir pernos y/o elementos de sujeción adecuados a través de las mismas que permiten que la sección 402 de torre inferior y la sección 404 de torre superior se acoplen de forma segura al conector 420 horizontal. En realizaciones alternativas, el conector 420 horizontal no puede incluir aberturas 440, sino más bien se utilizan soldaduras y/o remaches para acoplar la sección 402 de torre inferior y la sección 404 de torre superior al conector 420 horizontal (no mostrado). En la realización ejemplar, cada una de la sección 402 de torre inferior y la sección 404 de torre superior incluye una pluralidad de aberturas 450 definidas en su interior. Las aberturas 450 se dimensionan y orientan para alinearse con las aberturas 440 del conector horizontal.

Para acoplar la sección 402 de torre inferior a la sección 404 de torre superior, un borde 460 superior de la sección 402 de torre inferior se inserta en la ranura 428 inferior del conector horizontal, y un borde 462 inferior de la sección 404 de torre superior se inserta en la ranura 430 superior del conector horizontal. Después de que el borde 460 superior y el borde 462 inferior se insertan en la ranura 428 inferior y en la ranura 430 superior, respectivamente, las aberturas 450 se alinean sustancialmente de forma concéntrica con respecto a las aberturas 440 definidas en el conector 420 horizontal. De acuerdo con esto, un elemento de fijación adecuado, tal como un perno, se puede insertar a través de las aberturas 440 y 450 de tal manera que los elementos de sujeción se extienden a través del conector 420 horizontal y a través de borde 460 superior y del borde 462 inferior para permitir que la sección 402 de torre inferior y la sección 404 de torre superior se acoplen entre sí de forma segura.

La Figura 7 es una vista en perspectiva de un panel 500 de sección ejemplar que se puede utilizar en el ensamblado de al menos una porción de la torre 102. En la realización ejemplar, el panel 500 de sección incluye un conector 502 de sección alternativo. El conector 502 de sección se puede formar unitariamente con el panel 500 de sección y/o acoplarse al panel 500 de sección utilizando cualquier otro medio adecuado. En la realización ejemplar, el conector 502 de sección es sustancialmente arqueado e incluye una primera porción 504 de brida y una segunda porción 506 de brida. La primera porción 504 de brida se dimensiona y orienta para acoplarse a una segunda porción 506 de brida que se extiende desde un panel 500 de sección adyacente. En la realización ejemplar, la primera porción 504 de brida incluye clavijas 508 y la segunda porción 506 de brida incluye aberturas 510 correspondientes que se dimensionan y orientan para permitir que la primera porción 504 de brida se acople a una segunda porción 506 de brida que se extiende desde un panel 500 de sección adyacente. Más específicamente, en la realización ejemplar, las porciones 504 y 506 de brida son sustancialmente planas, y una segunda porción 506 de brida se extiende desde un primer panel 500 de sección y se superpone sobre una primera porción 504 de brida que se extiende desde un segundo panel 500 de sección cuando las clavijas 508 se insertan en las aberturas 510 para acoplar las porciones 504 y 506 de brida entre sí. Como alternativa, la primera porción 504 de brida y la segunda porción 506 de brida se pueden acoplar entre sí utilizando cualquier otro elemento de sujeción y/o cualquier medio de acoplamiento adecuado, incluyendo, pero sin limitarse, soldaduras o remaches.

Cuando los paneles 500 de sección se acoplan entre sí mediante conectores 502 de sección para formar una sección de torre, los conectores 502 de sección forman una brida anular y sustancialmente plana (no mostrada) que es similar a la brida 406 circular superior y a la brida 408 circular inferior (ambas mostradas en la Figura 5). En la realización ejemplar, los conectores 502 de sección son adecuadamente flexibles de modo que en la brida formada, un conector 502 de sección se puede flexionar para reducir la tensión circunferencial en la brida formada. Por otra parte, los conectores 502 de sección son generalmente menos costosos y generalmente son más fáciles de fabricar en comparación con una brida unitaria. Por otra parte, ventajosamente, dichos conectores 502 pueden también fabricarse unitariamente con un panel 500 de sección.

La Figura 8 es una vista en perspectiva de una sección 600 de torre poligonal que se puede utilizar en el ensamblado de al menos una porción de la torre 102 (que se muestra en la Figura 1). La Figura 9 es una vista en planta de la sección 600 de torre. En la realización ejemplar, la sección 600 de torre se forma a partir de una pluralidad de paneles 602 de sección. En una realización, la sección 600 de torre se forma a partir de cuatro paneles 602 de sección que se orientan de tal manera que cada panel 602 de sección forma un cuarto de sección 600 de torre. Como alternativa, la sección 600 de torre se puede formar a partir de cualquier número de paneles 602 de sección que permita que la sección 600 de torre funcione como se describe en la presente memoria.

La Figura 10 es una vista ampliada de una porción de un panel 602 de sección acoplado a una sección 606 de torre alternativa. En la realización ejemplar, el panel 602 de sección se acopla a una porción 608 de brida superior, y la sección 606 de torre se acopla a una brida 610 inferior. En la realización ejemplar, la sección 606 de torre es sustancialmente cilíndrica, y la brida 610 inferior es anular, sustancialmente plana, y está acoplada a la porción 608 de brida superior mediante elementos 612 de sujeción. Como alternativa, las porciones 610 y 608 de brida inferior y superior se pueden acoplar entre sí utilizando cualquier otro medio de acoplamiento adecuado, incluyendo, pero sin limitarse a, pernos, soldaduras o remaches.

En comparación con secciones de torre unitarias conocidas, las secciones de torres modulares descritas en la presente memoria permiten la construcción de secciones de torre más grandes debido a que los paneles de sección

se pueden transportar sin ensamblarse y de forma independiente. Por otra parte, los paneles de sección son generalmente más baratos y más simples de fabricar que las secciones de torre unitarias. Además, los conectores descritos en la presente memoria mejoran la facilidad de alineación de los paneles de sección durante el ensamblado debido a que los elementos separadores y las ranuras aseguran la posición de los paneles de sección durante el ensamblado. Por otra parte, en comparación con las bridas unitarias, los conectores descritos en la presente memoria facilitan la reducción de las tensiones circunferenciales inducidas en las secciones de torre debido a que los conectores de sección son flexibles uno con respecto al otro.

Las secciones de torres modulares y los procedimientos descritos anteriormente pueden proporcionar una mejora de la torre modular. Las secciones de torre incluyen paneles de sección y los conectores, que se pueden transportar sin ensamblarse y de forma independiente, de manera que secciones de torre más grandes que las que prácticamente transportables se puede montar en el sitio. Como resultado, torres modulares con mayores alturas de cubo se pueden construir. Además, las secciones de torre incluyen un conector que incluye una brida exterior, una brida interior, y un separador para definir una primera y segunda ranuras. Las ranuras definidas facilitan la colocación y acoplamiento de los paneles de sección para formar la sección de torre. Por otra parte, las secciones de torre incluyen conectores de sección flexibles que se acoplan entre sí para formar una brida. Como resultado, la brida formada es mejor en la reducción de la tensión circunferencial que una brida unitaria.

Las realizaciones ejemplares de una torre modular, las secciones de torres modulares, y los procedimientos para la construcción de una torre modular se han descrito anteriormente en detalle. Los procedimientos y sistemas descritos en la presente memoria no se limitan a las realizaciones específicas descritas en la presente memoria, sino más bien, los componentes de los sistemas y/o etapas de los procedimientos se pueden utilizar de forma independiente y por separado de otros componentes y/o etapas que se describen en la presente memoria. Por ejemplo, los procedimientos y sistemas descritos en la presente memoria pueden tener otras aplicaciones sin limitarse a su puesta en práctica con aerogeneradores, tal como se ha descrito en la presente memoria. Más bien, los procedimientos y sistemas descritos en la presente memoria se pueden implementar y utilizados en relación con diversas otras industrias.

Si bien las características específicas de las diversas realizaciones de la invención se pueden mostrar en algunos dibujos y no en otros, esto es solo por conveniencia. De acuerdo con los principios de la invención, cualquier característica de un dibujo se puede referenciar y/o reivindicar en combinación con cualquier característica de cualquier otro dibujo.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir que cualquier experto en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la realización y el uso de dispositivos o sistemas y la realización de cualquiera de los procedimientos incorporados. El alcance patentable de la invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos ocurrientes por los expertos en la técnica. Tales otros ejemplos pretenden estar comprendidos dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto (200) de torre para su uso con una torre (102) modular, comprendiendo dicho ensamble de torre:

5 una pluralidad de paneles (202) de ensamblado que comprende cada uno un par de bordes (206, 208) circunferenciales opuestos; y caracterizado por:

10 una pluralidad de conectores (214) para su uso en el acoplamiento de paneles de ensamblado adyacentes de dicha pluralidad de paneles de ensamblado entre sí, comprendiendo cada conector de dicha pluralidad de conectores una primera porción (312) en forma de T que comprende una brida (302) exterior y una primera porción (316) que se extiende desde dicha brida (302) exterior y una segunda porción (314) en forma de T que
15 en el que dicha primera porción (312) en forma de T y dicha segunda porción (314) en forma de T son componentes conectores separados, en el que dicha primera y segunda porciones (316) forman un separador (306) y en el que dicha brida (302) exterior está separada según una distancia de dicha brida (304) interior, de tal manera que una primera ranura (308) y una segunda ranura (310) se definen entre dichas bridas (302, 304) exterior e interior, estando cada una de dicha primera y dicha segunda ranuras (308, 310) dimensionada para recibir uno de dichos bordes (206, 208) circunferenciales de los paneles de ensamblado en su interior para permitir que dichos paneles (202) de ensamblado adyacentes sean acoplados entre sí, y en el que cada uno de dichos conectores (214) se extiende a lo largo de toda la longitud (L_1) axial de dichos bordes (206, 208) circunferenciales de los paneles;

20 en el que cada uno de dicha pluralidad de paneles (202) de ensamblado comprende una pluralidad de aberturas (342) que se extiende a través de los mismos, cada una de dicha pluralidad de aberturas de los paneles de ensamblado facilita el acoplamiento de forma segura de dichos paneles de ensamblaje adyacentes entre sí; y

25 en el que cada una de dichas bridas (302, 304) de los conectores comprende una pluralidad de aberturas (330) definidas en su interior, dicha pluralidad de aberturas (342) de los paneles de ensamblado y dicha pluralidad de aberturas de los conectores se orientan para alinearse sustancialmente de forma concéntrica cuando dichos paneles (202) de ensamblado adyacentes son acoplados a dicho conector (214).

30 2. Un conjunto (200) de torre de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de dicha pluralidad de paneles (202) de ensamblado tiene una forma definida en cada uno de dichos bordes (206, 208) circunferenciales, dicha primera y segunda ranuras (308, 310) del conector tienen una forma definida entre dichas bridas exterior e interior (302, 304) que refleja sustancialmente la forma de cada uno de dicha pluralidad de paneles de ensamblado.

3. Un conjunto (200) de torre de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que al menos uno de dicha pluralidad de paneles (202) de ensamblado comprende una de una forma de sección transversal arqueada y una forma de sección transversal sustancialmente plana.

FIG. 1

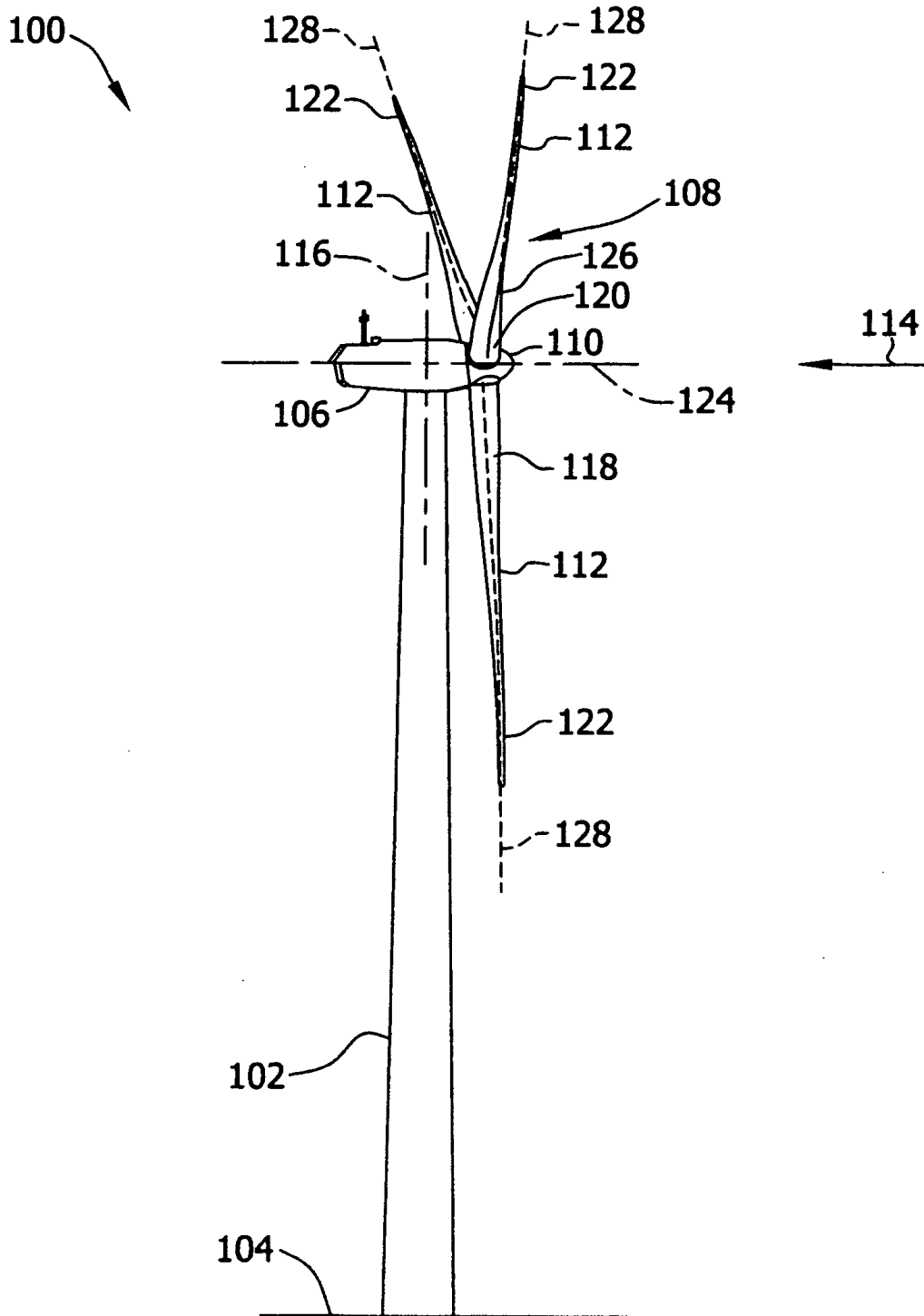


FIG. 2

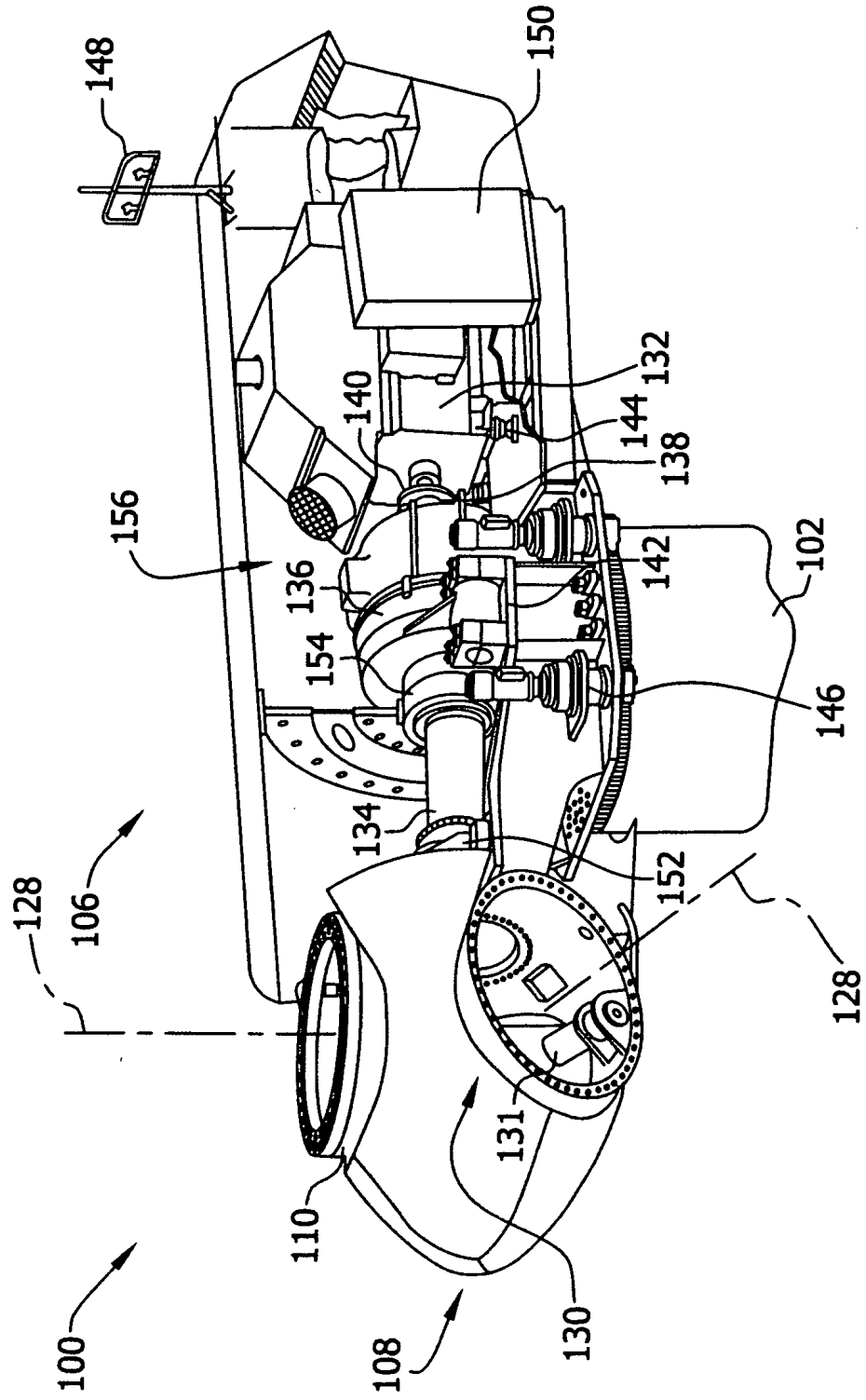
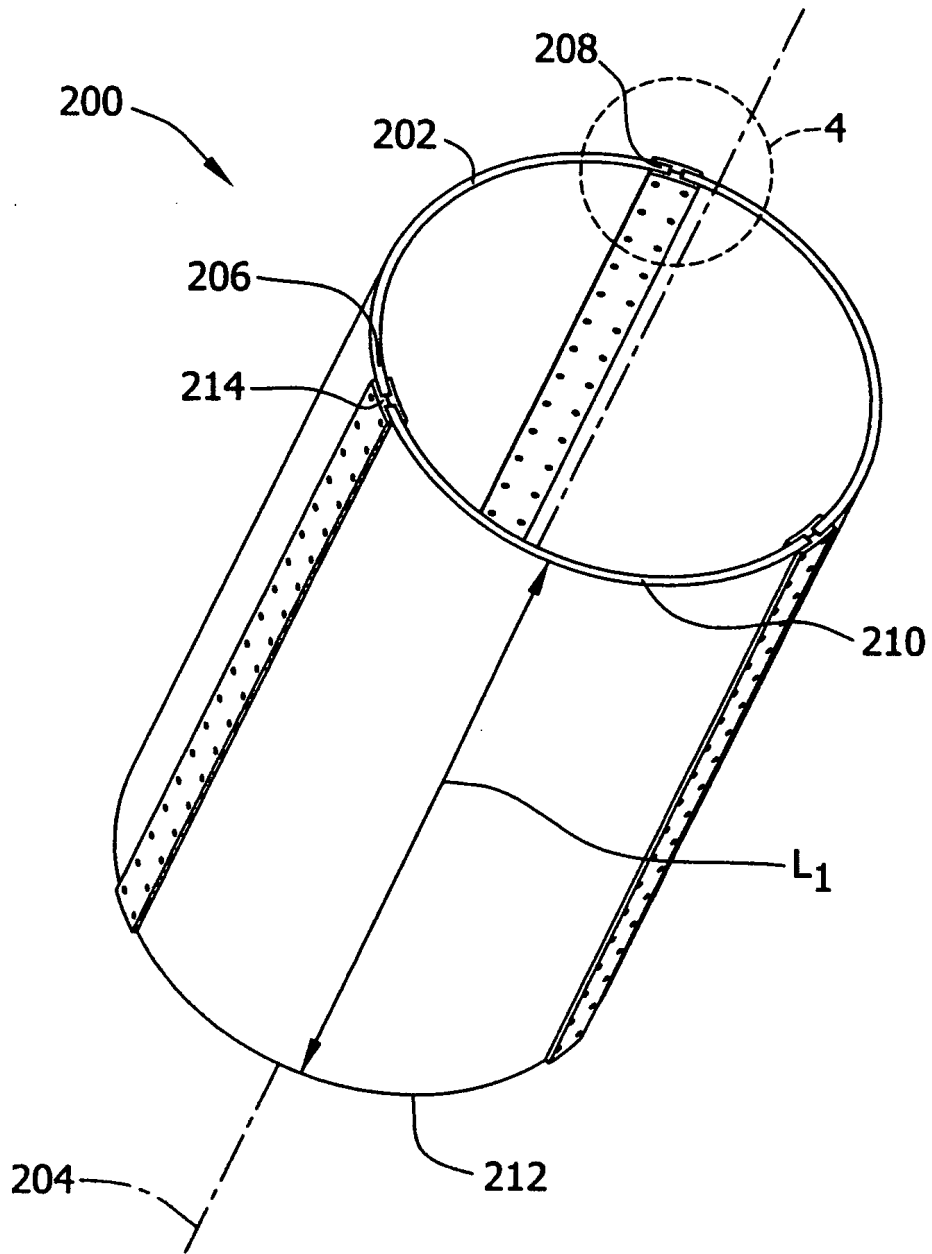


FIG. 3



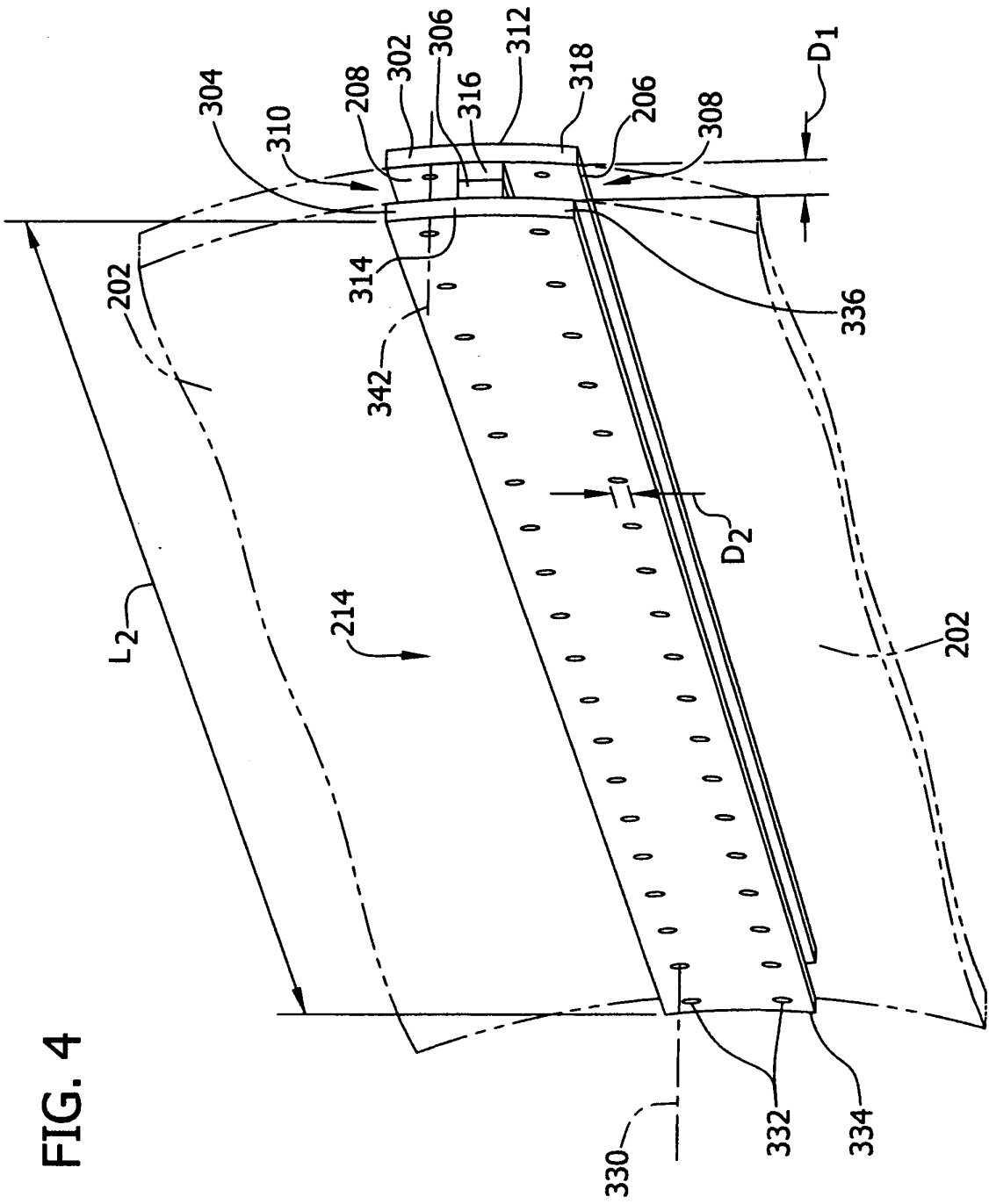


FIG. 4

FIG. 5

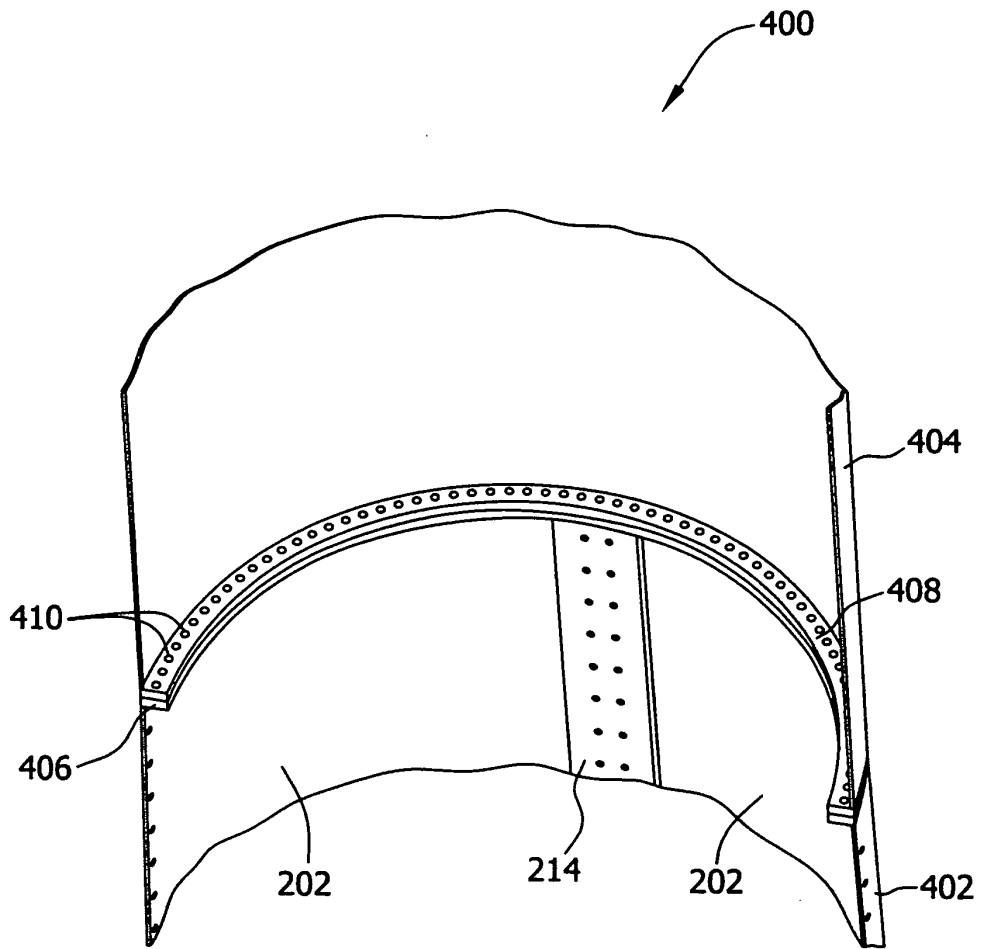


FIG. 6

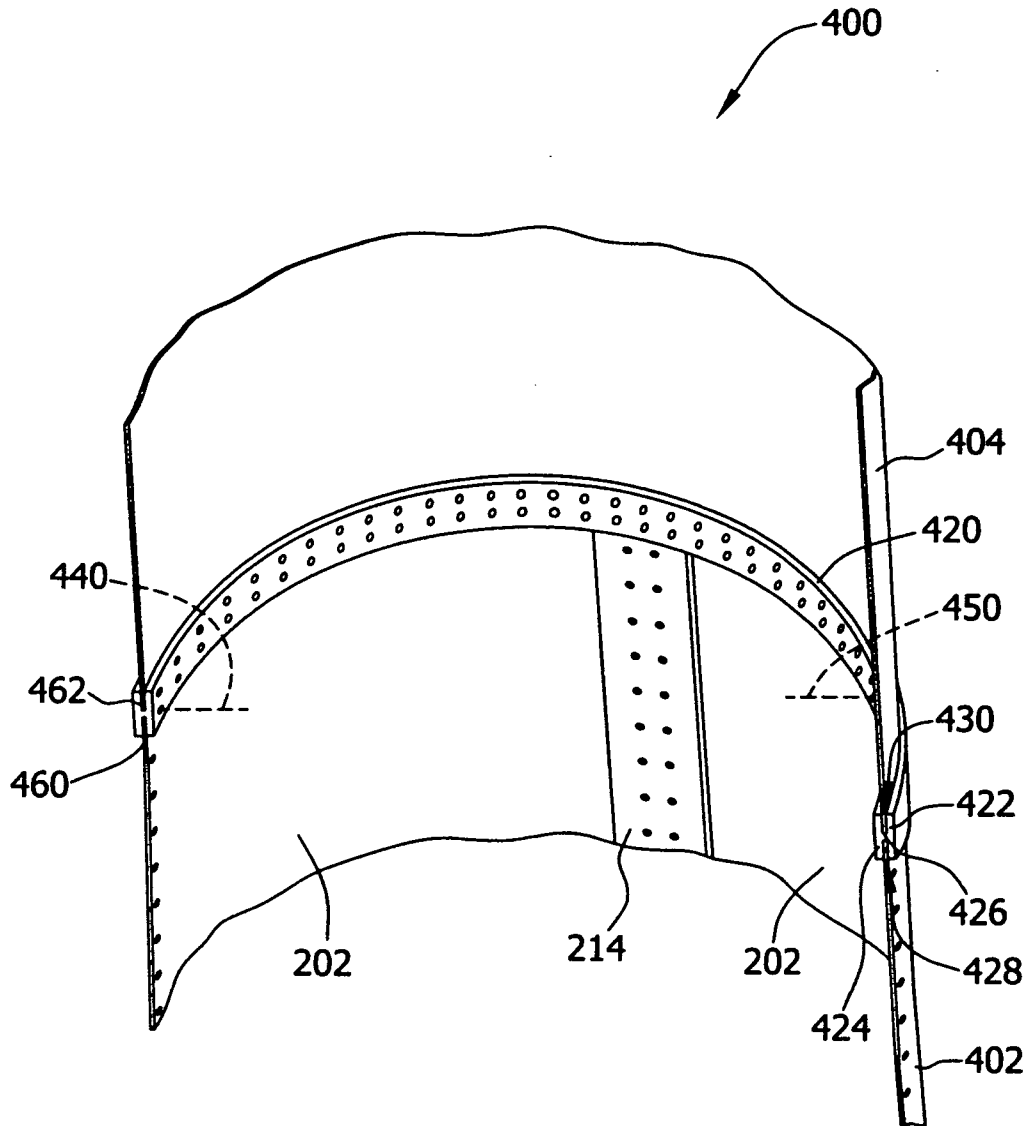


FIG. 7

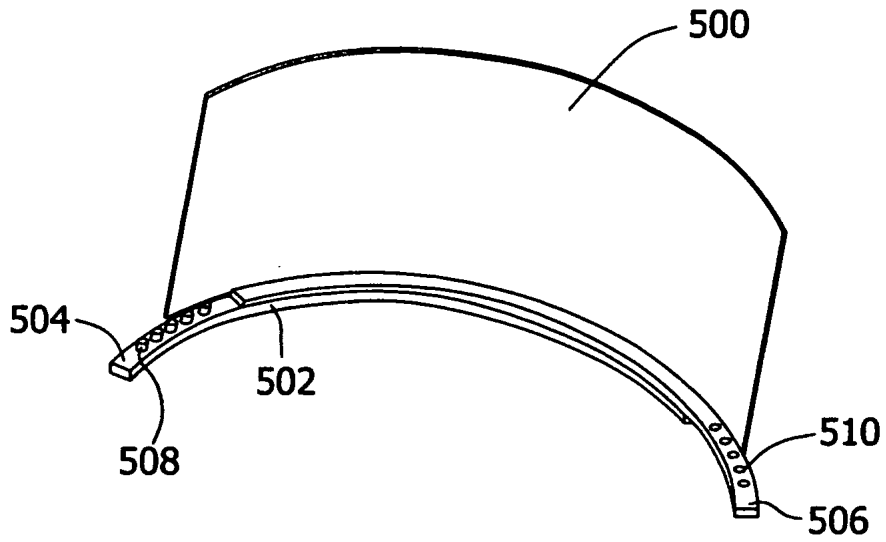


FIG. 8

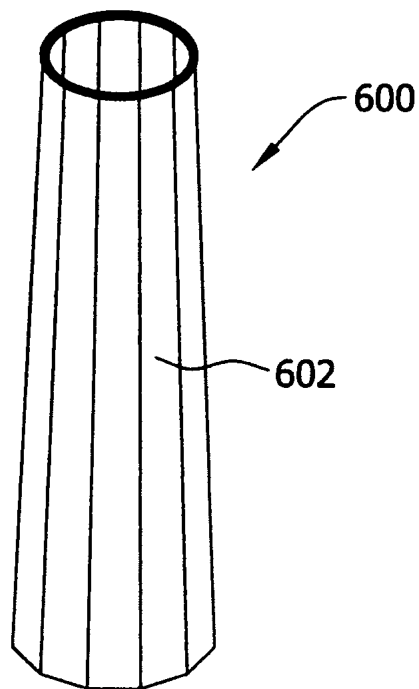


FIG. 9

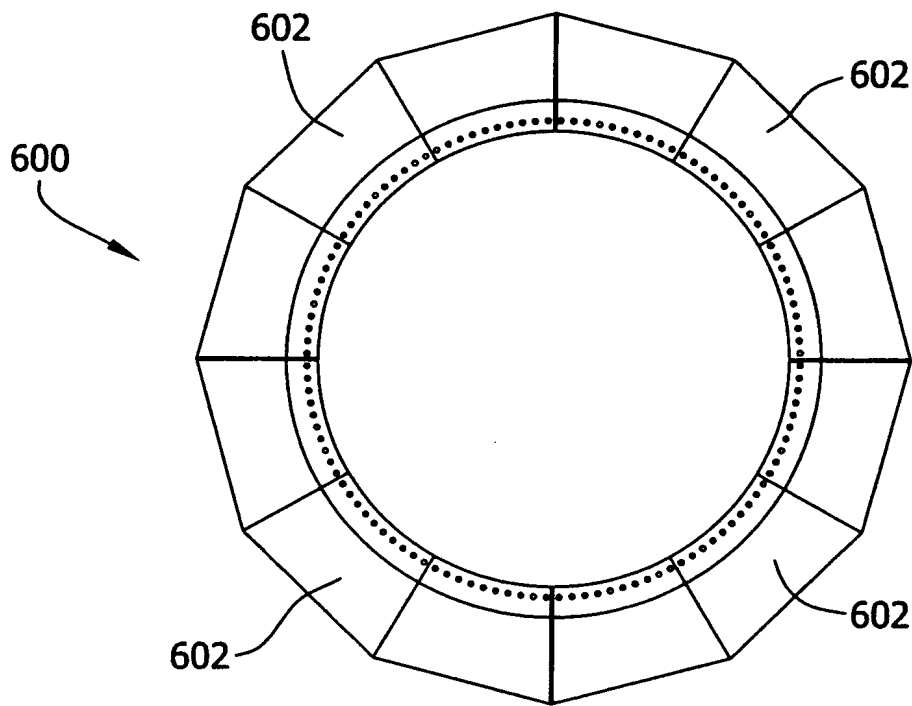


FIG. 10

