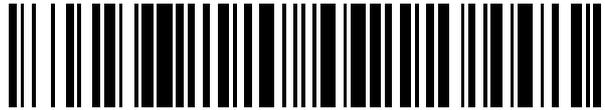


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 488 816**

51 Int. Cl.:

F04D 29/58 (2006.01)

H02K 5/20 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

H02K 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2009 E 09737382 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.05.2014 EP 2351191**

54 Título: **Generador anular**

30 Prioridad:

08.10.2008 DE 102008050848

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

29.08.2014

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Dreekamp 5
26605 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

GUDEWER, WILKO

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 488 816 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

Generador anular

5 La presente invención se refiere a un generador anular de una planta de energía eólica. La presente invención se refiere además a un procedimiento para controlar una planta de energía eólica y la presente invención se refiere a una planta de energía eólica.

10 Una planta de energía eólica transforma la energía mecánica tomada del viento en energía eléctrica mediante un generador eléctrico. En este caso, un generador anular es un generador que gira lentamente y que funciona sin un engranaje entre el impulsor del generador y el rotor mecánico que presenta las palas de rotor. A tal efecto, el generador anular presenta una pluralidad de polos. La cantidad puede estar en el orden de magnitud de 20 a 84 polos e incluso más. El generador anular presenta aquí un diámetro proporcionalmente grande en comparación con su extensión axial. El generador anular de una planta de energía eólica moderna con una potencia nominal de 7 o 15 más megavatios presenta, por ejemplo, un diámetro en el entrehierro de aproximadamente 10 m, mientras que, por el contrario, la extensión del entrehierro en dirección axial está en el intervalo de 1 m. Como es conocido, el entrehierro es el espacio intermedio entre el estátor y el impulsor de un generador eléctrico. El impulsor y/o el estátor asumen aquí esencialmente la forma de un anillo, razón por la que se utiliza el término de generador anular.

20 Debido a la velocidad de rotación lenta de un impulsor de un generador anular de una planta de energía eólica, que puede estar en el intervalo de 5 a 50 aproximadamente, en particular de 10 a 30 revoluciones por minuto como velocidad nominal, queda excluido o al menos resulta poco eficiente un autoenfriamiento mediante una hélice unida mecánicamente de manera fija al impulsor. En comparación con esto se remite a otros generadores que se utilizan en plantas de energía eólica junto con un engranaje elevador y presentan velocidades nominales en el intervalo de 25 algunos miles de revoluciones por minuto. Las soluciones de tales generadores no se pueden aplicar en generadores anulares de rotación lenta.

30 Por el documento DE10936591A1 es conocido un generador para convertidores eólicos sin engranaje como impulsor exterior. En este caso, toda la parte magnéticamente activa del generador está dispuesta por fuera de la góndola. Por razones de enfriamiento se propone especialmente un impulsor exterior, en el que el impulsor se encuentra dispuesto por fuera del estátor en vista radial. A partir del apoyo dispuesto dentro del estátor se extienden brazos de soporte hacia el impulsor dispuesto en el exterior. Estos brazos de soporte del impulsor están diseñados a la vez como álabes para transportar aire frío a canales de enfriamiento del estátor. Sin embargo, tal construcción resulta extremadamente compleja y costosa.

35 El documento DE102004046700B4 propone para una planta de energía eólica con generador anular como impulsor interior que el aire se presione hacia la góndola mediante un impulsor en la cubierta de la góndola y a través del entrehierro del generador anular para enfriar así el generador anular.

40 Como otro estado general de la técnica se ha de remitir a los siguientes documentos: DE19636591A1, DE10246690A1, DE60021492T2, DE19608286B4, DE60029977T2, EP1837519A2, así como DE10233947A1.

45 Con el fin de aumentar el enfriamiento de un generador anular, el estátor, en particular el anillo de estátor, puede estar preparado para un enfriamiento por agua, en particular para conducir una corriente de agua. Sin embargo, la desventaja de esto radica básicamente en el peligro de corrosión debido a la utilización de un enfriamiento por agua, en particular para un objeto metálico como el anillo de estátor.

50 Por tanto, es objetivo de la presente invención mejorar lo más posible un generador anular, en particular aumentar y/o hacer más eficiente el enfriamiento de un generador anular o proponer al menos un generador anular alternativo.

Según la invención se propone un generador anular de acuerdo con la reivindicación 1. Para una mejor comprensión de la invención se describe primero a continuación un generador anular que no forma parte de la invención, pero es un ejemplo que facilita la comprensión de la invención. Tal generador anular de una planta de energía eólica, que transforma la energía mecánica tomada del viento en energía eléctrica, presenta un estátor y un impulsor montado de manera giratoria alrededor de un eje de giro con respecto al estátor. En relación con el generador anular se utiliza aquí el término impulsor para evitar cualquier confusión con el rotor mecánico de una planta de energía eólica que se forma esencialmente a partir de un buje de rotor y al menos una pala de rotor, en la mayoría de los casos tres palas de rotor. La utilización del término impulsor no hace referencia en ningún caso al tipo de generador utilizado. No obstante, se utiliza preferentemente un generador síncrono.

60 El estátor presenta esencialmente un anillo de estátor periférico para alojar un paquete de chapas con devanados de estátor. Un movimiento giratorio del impulsor con respecto al estátor excita un campo magnético alterno en el paquete de chapas, lo que genera a su vez un flujo de corriente en los devanados de estátor y provoca un calentamiento del estátor condicionado por pérdidas.

65

El anillo de estátor presenta canales de enfriamiento para enfriar el estátor mediante una corriente de aire. De esta manera se dispone de un enfriamiento por aire adicional. Tales canales de enfriamiento pueden estar previstos tanto para un enfriamiento activo como para un enfriamiento pasivo o para una combinación de ambos. Por tanto, en caso del enfriamiento activo se genera una corriente de aire artificial para el enfriamiento.

5 Este generador anular está configurado como impulsor interior. Por consiguiente, el impulsor gira dentro del estátor. El entrehierro entre el impulsor y el estátor está configurado, por ejemplo, esencialmente como envoltura cilíndrica corta. Esto incluiría también una disposición, en la que el entrehierro presenta un diámetro creciente o decreciente ligeramente en dirección axial y, por tanto, es similar a una sección cónica. El impulsor como anillo está dispuesto aquí en particular en dirección radial dentro del estátor que presenta también una forma anular. El estátor está dispuesto fijamente como anillo exterior.

15 Al menos algunos canales de enfriamiento están preparados preferentemente para el enfriamiento activo mediante una corriente de aire forzada y algunos canales de enfriamiento están preparados de manera alternativa o simultánea para el enfriamiento pasivo mediante el viento. En particular está previsto un dispositivo que genera una corriente de aire y los respectivos canales de enfriamiento para el enfriamiento activo presentan un orificio para la entrada y salida de la respectiva corriente de aire. Algunos canales de enfriamiento pueden estar preparados preferentemente para el enfriamiento activo y otros, para el enfriamiento pasivo.

20 De acuerdo con la reivindicación 1 se propone según la invención un generador anular con una campana de estátor unida al estátor para crear una cámara de presión con una sobrepresión o un vacío a fin de proveer una corriente de aire activa a través del y/o a lo largo del estátor y/o del impulsor para enfriar el generador anular. Tal campana de estátor encierra así una zona contigua al generador anular y colindante con el mismo, en la que se genera una sobrepresión de aire y este aire se puede escapar a través de secciones en el generador anular, en particular a través de canales de enfriamiento en el anillo de estátor y/o a través del entrehierro, de modo que se origina una corriente de aire refrigerante. La campana de estátor presenta una sección de fijación periférica, en particular circular, para la fijación en el estátor, en particular en el anillo de estátor. Por lo demás, no es importante básicamente la forma exacta de la campana de estátor.

30 Según una configuración, el anillo de estátor presenta con respecto al eje de giro una sección de anillo interior para el enfriamiento activo y una sección de anillo exterior para el enfriamiento pasivo y la campana de estátor está fijada en el anillo de estátor de tal modo que sólo la sección de anillo interior queda sometida a la corriente activa de aire frío. En particular, la campana de estátor está fijada con respecto a la dirección radial en una sección de fijación circular entre la sección de anillo interior y la sección de anillo exterior. La sección de anillo interior se encuentra, por consiguiente, esencialmente dentro de la campana de estátor y queda expuesta así a la cámara de presión de la campana de estátor, mientras que, por el contrario, la sección de anillo exterior está dispuesta por fuera de la campana de estátor. Por tanto, una corriente de aire, generada a través de la cámara de presión en la campana de estátor, llega sólo a la sección de anillo interior.

40 Por lo demás, se ha de señalar que en principio en la campana de estátor se puede generar también un vacío de aire para aspirar aire hacia la campana de estátor a través de orificios en el generador anular.

45 La campana de estátor está preparada preferentemente para soportar el anillo de estátor que soporta a su vez el paquete de chapas con los devanados de estátor. La campana de estátor puede estar fijada en el anillo de estátor y en un soporte de máquina en la planta de energía eólica. En este caso, el anillo de estátor estaría fijado en el soporte de máquina mediante la campana de estátor. No obstante, la campana de estátor no está limitada a una configuración en forma de campana, sino que puede asumir también una forma general de cubierta o similar.

50 Según otra configuración, en la campana de estátor está previsto al menos un orificio de ventilador con un ventilador. Tal ventilador permite soplar aire hacia la cámara de presión a fin de generar una corriente de aire a través del y/o a lo largo del estátor y/o del impulsor para enfriar el generador anular. Tal ventilador puede garantizar alternativamente también un vacío de aire en la cámara de presión para generar una corriente de aire inversa. Asimismo, en la campana de estátor pueden estar previstos dos o más ventiladores.

55 Algunos o todos los canales de enfriamiento discurren preferentemente en sentido axial con respecto al eje de giro. Por consiguiente, el generador anular está preparado al menos parcialmente para corrientes de aire refrigerantes en dirección axial.

60 Una pluralidad de canales de enfriamiento está dispuestos preferentemente de manera concéntrica alrededor del eje de giro y forma al menos una zona de enfriamiento anular.

65 Según otra forma de realización, el generador anular está caracterizado por que el anillo de estátor presenta en dirección radial con respecto al eje de giro un anillo de soporte interior y un anillo de soporte exterior y opcionalmente un anillo de soporte central estabilizador, estando configurada una zona de enfriamiento circular entre dos anillos de soporte. El anillo de estátor está subdividido así en zonas de estabilización y zonas de enfriamiento. Al menos están configurados dos anillos de soporte, entre los que está configurada una zona de enfriamiento

básicamente también de forma anular. Cuando se utiliza un anillo de soporte central, pueden estar previstas también dos zonas de enfriamiento anulares, específicamente una zona entre el anillo de soporte central y exterior o la otra zona entre el anillo de soporte central e interior. En cada caso, los anillos de soporte presentan esencialmente una configuración maciza. En el anillo de soporte interior está fijado también el paquete de chapas o están fijadas otras zonas que son buenas conductoras de la energía magnética.

Los dos o los tres anillos de soporte mencionados están fabricados aquí preferentemente y en particular junto con las zonas de enfriamiento intercaladas a partir de una pieza, por ejemplo, por fundición. Los anillos de soporte, que se podrían identificar también como secciones de anillo de soporte, deben garantizar esencialmente el refuerzo del anillo de estátor. Cuando se utiliza el anillo de soporte central estabilizador, la campana de estátor está fijada ventajosamente en el anillo de soporte central estabilizador, por lo que el anillo de estátor puede ser soportado por la campana de estátor. En este caso, la campana de estátor engrana en el anillo de estátor en el anillo de soporte central para soportarlo.

Como resultado de la utilización de tres anillos de soporte y en total de dos zonas de enfriamiento anulares, dispuestas entre los mismos, se crean diferentes etapas de enfriamiento e intervalos de temperatura. Una zona de enfriamiento anular se encuentra más cerca del paquete de chapas y, por tanto, de la fuente de calor y presentará temperaturas correspondientemente más altas que la respectiva zona de enfriamiento anular exterior. Las posibles tensiones, que se pueden producir en la zona de enfriamiento anular interior debido a la alta temperatura, pueden ser absorbidas por la zona de enfriamiento anular exterior. Por consiguiente, en la zona de enfriamiento anular interior se ha de contar con mucho calor y con una expansión relativamente grande, mientras que, por el contrario, en la zona de enfriamiento anular exterior se ha de contar con poco calor y una expansión correspondientemente menor. En este caso, la zona anular exterior soporta la zona anular interior y limita, dado el caso, su expansión.

Según una configuración se propone que canales de enfriamiento contiguos de una zona de enfriamiento estén delimitados uno respecto a otro mediante paredes de delimitación y que las paredes de delimitación formen nervios de unión entre dos anillos de soporte estabilizadores contiguos y/o que dos anillos de soporte contiguos estén unidos entre sí mediante aletas de enfriamiento. De esta manera, entre dos anillos de soporte estabilizadores contiguos se consigue una construcción que une, por una parte, los respectivos anillos de soporte y al mismo tiempo divide canales de enfriamiento. Tales construcciones de unión o nervios de unión pueden cumplir simultáneamente la función de las aletas de enfriamiento. Estas aletas de enfriamiento interiores pueden presentar en principio cualquier forma. Además de una realización recta se tienen en cuenta formas en S, formas curvadas y otras formas.

Es favorable que al menos un canal de enfriamiento, preferentemente todos los canales de enfriamiento de al menos una zona de enfriamiento presenten una forma triangular en la sección transversal axial y/o que dos canales de enfriamiento contiguos respectivamente creen juntos la forma de un paralelogramo, en particular un rombo, en la sección transversal axial y/o que los canales de enfriamiento presenten al menos una aleta de enfriamiento dirigida hacia el lado interior del canal de enfriamiento. Tal forma triangular posibilita una configuración simple y simultáneamente estable. Esto es válido también para la forma rómbica de dos canales de enfriamiento que se obtiene en particular mediante la unión correspondiente de dos canales de enfriamiento triangulares. Las aletas de enfriamiento previstas en el lado interior del canal de enfriamiento favorecen un enfriamiento mediante una corriente de aire a través del respectivo canal de enfriamiento.

Según otra forma de realización se propone que el anillo de estátor esté segmentado, en particular que esté compuesto de dos, tres, cuatro o más segmentos circulares esencialmente simétricos. El anillo de estátor puede estar compuesto, por ejemplo, de tres segmentos de 120°. Tales segmentos son básicamente más fáciles de fabricar y/o transportar. En el caso particular de los anillos de estátor con un diámetro en el intervalo de 10 m se puede simplificar de manera considerable la manipulación mediante una segmentación.

Según una forma de realización se propone que el anillo de estátor esté fabricado de aluminio y/o de una aleación de aluminio al menos en la zona de los canales de enfriamiento y/o esté fabricado por fundición a partir de un material. El aluminio presenta una alta conductividad de temperatura y, por tanto, se prevé preferentemente en la zona de los canales de enfriamiento y, por consiguiente, en zonas de enfriamiento. Además, el aluminio es básicamente resistente a la corrosión y puede estar previsto también, por tanto, para un contacto con el aire húmedo del exterior o similar. Una aleación se puede utilizar para influir en las propiedades del material, en particular con respecto a la conductividad térmica, la resistencia a la corrosión y la estabilidad.

El anillo de estátor o una zona del mismo se puede fabricar por fundición preferentemente a partir de un material. De este modo se pueden garantizar de manera fácil y reproducible configuraciones de canal especiales y otras formas. Al menos en la zona de los canales de enfriamiento y/o del anillo de soporte o de algunos anillos de soporte puede estar prevista la fabricación por fundición de la sección respectiva. Asimismo, se puede realizar una segmentación al fabricarse por fundición, por ejemplo, segmentos individuales, como los segmentos de 90° o 120°.

Otra forma de realización propone que estén previstos canales de enfriamiento pasivo en cada caso con un orificio de entrada orientado en dirección axial y un orificio de salida orientado al menos parcialmente en dirección radial

5 hacia afuera. Tales canales de enfriamiento pasivo pueden quedar sometidos así, por ejemplo, al flujo del viento en dirección axial, mediante lo que el viento entra en los orificios de entrada y vuelve a salir de los canales de enfriamiento pasivo que están orientados al menos parcialmente en dirección radial hacia afuera. Mediante los orificios de salida orientados radialmente hacia afuera se puede conseguir un efecto de aspiración. Dado que los canales de enfriamiento pasivo presentan un orificio de entrada y un orificio de salida y, por tanto, están configurados como canales parcialmente cerrados, se puede conseguir un aumento de la estabilidad del anillo de estátor. En principio, los orificios de salida pueden estar orientados también en dirección axial.

10 El orificio de salida está previsto así preferentemente como orificio de aspiración. Este efecto se puede favorecer o reforzar preferentemente al presentar el anillo de estátor en dirección axial una superficie curvada en la zona del orificio de salida. Mediante una curvatura convexa se puede generar de manera similar al ala de un avión un efecto de aspiración que podría actuar, por tanto, en el orificio de salida y aumentar la corriente de aire a través del canal de enfriamiento pasivo.

15 Según la invención se propone de esta manera un generador anular de una planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1. Por consiguiente, el generador anular presenta un anillo de estátor para alojar devanados de estátor y un impulsor montado de manera giratoria con respecto al estátor. Asimismo, está prevista una campana de estátor que está unida al anillo de estátor y crea una cámara de presión con una sobrepresión o un vacío a fin de proveer una corriente de aire a través del estátor y/o del impulsor para enfriar el generador anular, presentando la campana de estátor al menos un orificio de ventilador provisto de un ventilador y estando montado el ventilador de manera móvil mediante un mecanismo de movimiento o estando fijado el mismo mediante un dispositivo de sujeción rápida para abrir temporalmente el orificio de ventilador con fines de mantenimiento y/o para permitir el paso de una persona. La campana de estátor queda fijada así en el anillo de estátor y mediante al menos un ventilador se genera en la campana de estátor, en la zona contigua a la disposición de estátor-impulsor, una sobrepresión que se escapa como corriente refrigerante de aire o corrientes refrigerantes de aire a través de orificios en la disposición de impulsor-estátor, por ejemplo, a través del entrehierro. Para evitar la previsión de un orificio extraordinario en la campana de estátor y crear, no obstante, un acceso a la disposición de rotor-estátor, al menos un ventilador se monta de manera móvil mediante un mecanismo de movimiento. Este ventilador se puede plegar hacia fuera, pivotar hacia afuera, desplazar hacia afuera, girar hacia afuera o mover de cualquier otra manera, de modo que el orificio de ventilador correspondiente en la campana de estátor se libera y queda abierto así para fines de mantenimiento y/o para el paso de una persona. El ventilador en cuestión y cualquier otro ventilador existente se desconectan naturalmente para tales fines de mantenimiento.

35 El mecanismo de movimiento está configurado preferentemente como mecanismo pivotante. El ventilador se puede pivotar así con facilidad hacia afuera de su orificio de ventilador y sólo es necesario bloquearlo respectivamente en la posición abierta o cerrada.

40 Según una forma de realización, el generador anular está caracterizado por que la campana de estátor presenta una primera sección de fijación para la fijación en un soporte de máquina de una planta de energía eólica y presenta varias secciones de soporte, en particular brazos de soporte, que se extienden a partir de la misma en una disposición en forma de estrella hacia afuera, hacia una segunda sección de fijación, para la fijación en el anillo de estátor, de modo que el anillo de estátor se puede soportar en el soporte de máquina mediante las secciones de soporte. Con respecto a una dirección radial, la primera sección de fijación es una sección dispuesta en el interior y la segunda sección de fijación es una sección de fijación exterior. Las secciones de soporte, en particular los brazos de soporte, se extienden en forma de estrella de la sección de soporte interior a la sección de soporte exterior y definen así esencialmente la campana de estátor. Entre las secciones de soporte o brazos de soporte están previstas secciones de recubrimiento, tales como secciones de unión, para cerrar la campana de estátor. En particular en estas zonas de unión pueden estar previstos orificios de ventilador con ventiladores. Si bien es cierto que estabilizan también las zonas intermedias, las secciones de soporte o brazos de soporte asumen esencialmente la función de sostener el anillo de estátor. La campana de estátor puede cumplir así al mismo tiempo dos funciones, a saber, soportar el anillo de estátor y delimitar simultáneamente una cámara de presión con una sobrepresión o un vacío para proveer una corriente de aire. Mediante las zonas intermedias se puede conseguir en particular una resistencia elevada a la torsión.

55 La campana de estátor se fabrica preferentemente por fundición a partir de una pieza, con preferencia un metal, en particular hierro fundido, con preferencia hierro fundido con grafito esférico que es conocido como fundición esferoidal o se abrevia como GJS o anteriormente como GGG, lo que significa fundición gris globular. De esta manera se puede conseguir una pluralidad de formas que se pueden fabricar múltiples veces mediante la reutilización del molde correspondiente. El material preferido presenta buenas propiedades mecánicas, no resulta costoso de fabricar y se puede mecanizar bien.

65 En principio, un generador anular puede presentar cualquiera de las características descritas y es posible básicamente cualquier combinación de características. En particular, un generador anular con una campana de estátor con un ventilador montado de manera móvil se puede combinar con características de un generador anular que presenta un anillo de estátor con canales de enfriamiento para enfriar el estátor mediante al menos una corriente de aire. Asimismo, es posible una combinación a la inversa, o sea, un generador anular con un anillo de

estátor con canales de enfriamiento se puede combinar con características de un generador anular con una campana de estátor con un ventilador montado de manera móvil. Esta posibilidad de combinación se refiere también a las demás características descritas de acuerdo con una o varias de las formas de realización.

- 5 El generador anular presenta preferentemente una potencia nominal de al menos 30kW, con preferencia de al menos 300 kW y con mayor preferencia de al menos 1 MW. Por tanto, el generador anular resulta adecuado para plantas de energía eólica modernas debido a la potencia nominal.

10 Según la invención se propone un procedimiento para controlar una planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 7. Tal planta de energía eólica, que se va a controlar, presenta un generador anular con un impulsor y un estátor. En primer lugar se detecta una potencia eléctrica producida por el generador anular. Esta detección se puede llevar a cabo mediante una medición de potencia directa, por ejemplo, en los devanados de estátor, o se puede realizar una medición indirecta por medio de valores de medición característicos, por ejemplo, la medición de la velocidad de giro y/o de los ángulos de ataque de las palas de rotor y/o de parámetros internos, de los que dispone un ordenador de control en cualquier caso. Una medición de temperatura puede proporcionar también información sobre la potencia eléctrica producida.

15 A continuación se conecta al menos un ventilador montado en una campana de estátor a fin de generar una corriente de aire a través del y/o a lo largo del estátor y/o del impulsor para enfriar el generador anular, si la potencia eléctrica detectada alcanza y/o supera un valor predeterminado. Un enfriamiento activo, que requiere energía adicional, se realiza entonces sólo si se esperan potencias de pérdidas correspondientes y, por tanto, cargas térmicas correspondientes debido a la potencia eléctrica producida. Se ha de tener en cuenta que el control de la planta de energía eólica se lleva a cabo, por lo demás, de manera conocida por el técnico.

20 Como valor predeterminado se establece preferentemente un valor de 30% o superior, con preferencia de 50% y con mayor preferencia de 80% de la potencia nominal de la planta de energía eólica. En particular, la propia potencia nominal se selecciona como el valor predeterminado. Por consiguiente, el enfriamiento activo se conecta sólo en presencia de una carga completa o poco antes de la misma y el enfriamiento activo no se efectúa, dado el caso, en presencia de una carga parcial.

25 El procedimiento de control según la invención se utiliza preferentemente para uno de los generadores anulares según la invención y/o para un generador anular según al menos una de las formas de realización descritas.

30 Según la invención se propone además una planta de energía eólica con una góndola y con uno de los generadores anulares, según la invención, en particular de acuerdo con una de las formas de realización descritas.

35 Una planta de energía eólica está caracterizada preferentemente por que el generador anular está dispuesto dentro de la góndola, exceptuando una sección exterior del anillo de estátor, y la sección exterior del anillo de estátor está dispuesta por fuera de la góndola para quedar sometida al flujo del viento. La góndola contiene también la cubierta de buje que gira con el rotor durante el funcionamiento de la planta de energía eólica. La cubierta del buje se denomina también spinner. El generador anular queda protegido así esencialmente en la góndola y, por tanto, contra las inclemencias atmosféricas. El generador anular se puede enfriar de manera pasiva o activa dentro de la góndola, por ejemplo, mediante canales de enfriamiento y/o mediante la utilización de una campana de estátor correspondiente. Se propone adicionalmente que una sección exterior del anillo de estátor esté dispuesta en particular con una zona de enfriamiento pasivo por fuera de la góndola. En particular se obtiene una sección anular que sobresale ligeramente de la cubierta de góndola y que se puede someter al flujo del viento para el enfriamiento. Lo especial de esta situación es también que la corriente de aire alrededor de la góndola se puede utilizar también directamente para enfriar el generador. El efecto de enfriamiento va a depender aquí al menos parcialmente de la velocidad del viento imperante. Por tanto, un grado de enfriamiento alto se consigue con vientos fuertes en el intervalo de carga completa, mientras que un grado de enfriamiento menor se consigue, por el contrario, en el intervalo de carga parcial y, por tanto, en presencia de vientos débiles, y el enfriamiento se adapta al menos parcialmente de manera automática de acuerdo con las necesidades existentes.

40 Una sección exterior del anillo de estátor presenta preferentemente medios de enfriamiento, en particular canales de enfriamiento para el enfriamiento pasivo, estando expuestos estos medios de enfriamiento directamente al viento. Por tanto, el generador anular puede ceder calor en esta sección exterior directamente al flujo de viento, al que está sometido. Se ha de señalar que tal situación se refiere por lo general a una planta de energía eólica en funcionamiento que está girada hacia el viento.

45 La góndola presenta preferentemente una configuración aerodinámica para someterse esencialmente de manera laminar al flujo de viento, si la misma está girada hacia el viento, a fin de tener también viento en la zona de una sección exterior del anillo de estátor. Tal configuración aerodinámica se puede conseguir, por ejemplo, esencialmente mediante una forma aproximada de gota, de huevo y/o una forma oval en una vista lateral y/o mediante una forma con simetría de rotación esencialmente respecto al eje del rotor.

50

55

60

65

Resulta favorable prever medios de flujo por fuera de la góndola que favorezcan un flujo de viento en la zona de la sección exterior del anillo de estátor. Así, por ejemplo, puede estar prevista una chapa guía para guiar el viento o la configuración de un medio de flujo similar a un túnel de viento.

5 La invención se explica detalladamente a continuación por medio de ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas. Cualquier dato en relación con la dirección se refiere a la dirección del viento durante un funcionamiento adecuado. Así, por ejemplo, "desde delante" significa desde el punto de vista del viento incidente, etc. Muestran:

- 10 Fig. 1 un anillo de estátor de una planta de energía eólica en una vista desde delante;
- Fig. 2 el anillo de estátor de la figura 1 en una vista desde atrás;
- Fig. 3 el anillo de estátor de la figura 1 según una vista desde la derecha en una representación
- 15 parcialmente en corte;
- Fig. 4 una sección X de la figura 2;
- Fig. 5 una sección Y de la figura 4;
- 20 Fig. 6 una sección U de la figura 4;
- Fig. 7 un corte a través del anillo de estátor según el corte AA de la figura 4;
- 25 Fig. 8 la sección según la figura 4 en una representación en perspectiva;
- Fig. 9 una sección Z de la figura 1;
- Fig. 10 un corte a través de dos canales de enfriamiento con una vista en corte según el corte BB de la
- 30 figura 9;
- Fig. 11 la sección según la figura 9 en una representación en perspectiva;
- Fig. 12 una sección de una vista en planta desde arriba del anillo de estátor según la figura 1, como se
- 35 indica en la figura 1 con CC;
- Fig. 13 una campana de estátor como campana de estátor en una representación en perspectiva desde afuera con respecto a una cámara de presión;
- 40 Fig. 14 la campana de estátor de la figura 13 en otra vista en perspectiva;
- Fig. 15 la campana de estátor de las figuras 13 y 14 en una vista lateral en corte;
- Fig. 16 una campana de estátor, fijada en un anillo de estátor, con ventiladores instalados;
- 45 Fig. 17 una campana de estátor, fijada en un anillo de estátor, con 4 ventiladores, de los que uno está plegado parcialmente hacia afuera de su orificio de ventilador;
- Fig. 18 una sección esquemática de un generador anular, dispuesto en una góndola y un spinner, en una
- 50 vista lateral en corte; y
- Fig. 19 a 22 la góndola de una planta de energía eólica según una forma de realización en diferentes perspectivas, en una representación esquemática respectivamente.

55 Se ha de considerar que los mismos números de referencia pueden identificar eventualmente también elementos similares y no idénticos de formas de realización diferentes.

El anillo de estátor 2 según la figura 1 presenta una configuración anular y forma una parte de un generador anular con impulsor interior. El anillo de estátor 2 presenta un anillo de soporte interior 4, un anillo de soporte central 6 y un

60 anillo de soporte exterior 8. Entre el anillo de soporte interior y exterior 4, 6 está prevista una sección de enfriamiento activo 10 y entre el anillo de soporte central y exterior 6, 8 hay una sección de enfriamiento pasivo 12. Según la representación, el anillo de estátor 2, incluidos el anillo de soporte interior, central y exterior 4, 6, 8 y la sección de enfriamiento activo y pasivo 10, 12, está fabricado por fundición a partir de una pieza, siendo el aluminio el material utilizado.

65

Los anillos de soporte interior, central y exterior 4, 6, 8 proporcionan una estabilidad y rigidez debido a su configuración esencialmente maciza. Un paquete de chapas correspondiente, que soporta devanados de estátor y es buena conductora de la energía magnética, se ha de disponer internamente en el anillo de soporte interior 4 para guiar un campo magnético. Su fijación en el anillo de soporte interior 4 permite soportar fijamente el paquete de chapas. Un impulsor interior se ha de montar adecuadamente de manera giratoria con respecto al estátor dentro de este paquete de chapas. El calor del paquete de chapas se puede ceder de manera directa al aire ambiente, pero el calor se cede principalmente mediante el anillo de soporte 4 a la sección de enfriamiento activo 10 y a la sección de enfriamiento pasivo 12. Para ceder el calor, la sección de enfriamiento activo presenta una pluralidad de canales de enfriamiento activo 14 que están configurados esencialmente de forma triangular en la sección de enfriamiento activo 10 entre el anillo de soporte interior y el anillo de soporte central 4, 6. Se puede ceder más calor a través de los canales de enfriamiento pasivo 16 de forma aproximadamente cuadrada o trapezoidal en la sección transversal.

El anillo de estátor 2 presenta un diámetro exterior aproximado de 5 m. La extensión axial es de aproximadamente 90 cm.

Los canales de enfriamiento pasivo 16 presentan en cada caso un orificio de salida orientado radialmente hacia afuera, de modo que en la vista trasera de la figura 2 sólo se pueden observar los canales de enfriamiento activo 14.

En la vista lateral de la figura 3 de acuerdo con la sección no representada en corte, que se muestra en la parte inferior de la figura 3, se pueden observar orificios de salida 18 orientados radialmente hacia afuera. Además de un borde achaflanado 20 del anillo de soporte interior 4, la zona cortada permite reconocer la forma de los canales de enfriamiento activo y pasivo 14, 16 en un corte axial. En este caso, los canales de enfriamiento activo discurren esencialmente en dirección axial desde una zona de entrada 22 hacia una zona de salida 24. El canal de enfriamiento pasivo 14 discurre de un orificio de entrada 17 al orificio de salida 18. El canal de enfriamiento pasivo 16 discurre también esencialmente en dirección axial, estando orientado el orificio de salida radialmente hacia afuera. Además, la zona de entrada 22 del canal de enfriamiento activo 14 se encuentra en el lado de anillo de estátor 2 opuesto al orificio de entrada 17 del canal de enfriamiento pasivo 16. El anillo de estátor 2 está preparado también de manera correspondiente para que una corriente de aire activa a través de los canales de enfriamiento activo 14 quede orientada esencialmente en contra de una corriente de aire pasiva a través de los canales de enfriamiento pasivo 16.

No obstante, estas direcciones de corriente no son obligatorias y al menos a través de los canales de enfriamiento activo se podría guiar también una corriente de aire en una dirección diferente a la descrita arriba con ayuda de dispositivos correspondientes.

En la sección a escala ampliada de la figura 4 se puede observar en particular la sección transversal de los canales de enfriamiento activo 14 o su respectiva zona de entrada 22. En este caso, los canales de enfriamiento activo 14 presentan una configuración esencialmente triangular en la sección transversal, estando dispuestos los mismos de manera alterna con una orientación diferente, de modo que dos canales de enfriamiento activo 14 contiguos asumen juntos la forma aproximada de un paralelogramo en la sección transversal. De manera correspondiente, una pared de delimitación está dispuesta respectivamente entre dos canales de enfriamiento activo, estando inclinadas siempre dos paredes de delimitación 26 de un canal de enfriamiento activo 14 una respecto a otra.

Las paredes de delimitación 26 subdividen así los canales de enfriamiento activo 14 uno respecto a otro y, por tanto, sirven al mismo tiempo como aletas de enfriamiento. Las mismas proporcionan además una disposición estable, en particular una unión estable del anillo de soporte interior 4 con el anillo de soporte central 6 debido a la disposición inclinada de manera alterna.

En los canales de enfriamiento activo 14 están previstos además medios de enfriamiento adicionales configurados en forma de nervios o aletas de enfriamiento 28 que aparecen representados a escala ampliada en las figuras 5 ó 6.

Las aletas de enfriamiento 28 aumentan así la superficie de enfriamiento en el canal de enfriamiento activo 14, sin impedir significativamente una corriente de aire.

Para fines de fijación, en el anillo de soporte interior 4 están previstos taladros interiores de anillo de soporte 34. En la zona del anillo de soporte central 6 están previstos de manera correspondiente taladros centrales de anillo de soporte 36 y en la zona de la sección de enfriamiento pasivo 12, contigua al anillo de soporte exterior 8, el anillo de estátor 2 presenta taladros exteriores de anillo de soporte 38. Al menos algunos de los taladros 34, 36 y 38 están provistos de una rosca y se pueden utilizar para fines de fijación. Los taladros exteriores de anillo de soporte 38 se utilizan para fijar el anillo de estátor 2 en una campana de estátor.

Los taladros centrales de anillo de soporte 36 están previstos en algunos puntos del anillo de estátor mediante superficies auxiliares 35, a saber, tres taladros en cuatro puntos respectivamente. Estos sirven para la fijación de cables.

- La figura 7 muestra en una sección transversal la disposición de un canal de enfriamiento pasivo 16 entre el anillo de soporte exterior 8 y el anillo de soporte central 6. En este caso, el canal de enfriamiento pasivo 16 se extiende del orificio de entrada 17 al orificio de salida 18. Por tanto, una corriente de aire puede entrar esencialmente en dirección axial a través del orificio de entrada 17 y puede salir al final a través del orificio de salida 18 orientado radialmente hacia afuera. A este respecto, un lado del anillo de soporte exterior 8 opuesto al canal de enfriamiento pasivo 16 es un lado exterior 30 del anillo de estátor 2. Por consiguiente, el aire circula de manera adecuada a lo largo de ambos lados del anillo de soporte exterior 8, a saber, internamente a través del canal de enfriamiento activo 16 y externamente a lo largo del lado exterior 30.
- Entre el anillo de soporte central 6 y el anillo de soporte interior 4 está configurado el canal de enfriamiento activo 14 que se extiende de la zona de entrada 22 a la zona de salida 24. El anillo de soporte central 6 presenta además agujeros ciegos 37 que sirven para fijar un canalón.
- La representación en perspectiva de la figura 8 muestra las zonas de fijación exterior 31 ó 32 en el lado de sotavento y barlovento, que aparecen representadas sólo parcialmente y se explican en detalle con referencia a la figura 12.
- En la figura 8 se puede observar además cómo los canales de enfriamiento pasivo 16 se abren a través de sus orificios de salida 18 hacia el lado exterior 30. Dado que los orificios de salida 18 están orientados radialmente hacia afuera, se crea por detrás de los canales de enfriamiento pasivo 16, visto desde la dirección adecuada del viento, una sección frontal 40, en la que están dispuestos los taladros exteriores de anillo de soporte 38.
- La figura 9 muestra directamente una vista de los orificios de entrada 17 de los canales de enfriamiento pasivo 16. Se puede observar, como ocurre también en la figura 7, que los canales de enfriamiento pasivo 16 se estrechan ligeramente a partir del orificio de entrada 17. Esto puede favorecer la entrada del viento en los orificios de entrada 17. En el área de las zonas de fijación exterior 31 ó 32, los canales de enfriamiento pasivo pueden estar configurados como canales de enfriamiento pasivo 16' un poco más pequeños con orificios de entrada 17' correspondientemente reducidos a fin de crear paredes intermedias 19' un poco más macizas para la realización de taladros en particular con rosca. Las paredes intermedias 19, que no presentan taladros, pueden tener una configuración un poco más estrecha a fin de crear más espacio para un canal de enfriamiento pasivo 16 de mayor tamaño.
- La representación en corte de la figura 10 muestra una vista de canales de enfriamiento pasivo 16 en corte. En este caso se muestra una vez más el estrechamiento de los canales de enfriamiento pasivo desde el orificio de entrada 17 hasta los orificios de salida 18. El grosor de las paredes intermedias 18 aumenta de manera correspondiente en la misma dirección.
- La representación en perspectiva de la sección según la figura 11 muestra en el primer plano la zona de salida 24 de los canales de enfriamiento activo 14 y además los orificios de entrada 17 y 17' de los canales de enfriamiento pasivo 16 ó 16'. La zona de fijación exterior 31 ó 32 en el lado de sotavento y barlovento está dispuesta en el anillo de soporte exterior 38 en la zona de los canales de enfriamiento pasivo 16' con una configuración un poco más estrecha. De manera correspondiente están previstos orificios de salida 18' más pequeños.
- Las zonas de fijación exterior 31 ó 32 están previstas respectivamente en dos puntos del anillo de estátor 2 que están enfrentados, o sea, dispuestos de manera desplazada en 180°, como se puede observar en la figura 1 por medio de los tres orificios de entrada 17', reducidos ligeramente, en la posición de las 12 horas y de las 6 horas. La figura 12 muestra una vista en planta de un punto. Conforme a ésta, la zona de fijación exterior 31 en el lado de sotavento presenta ocho taladros 41 en el lado de sotavento, mientras que la zona de fijación exterior 32 en el lado de barlovento presenta, por el contrario, ocho taladros 42 en el lado de barlovento.
- La campana de estátor 100 de las figuras 13 a 15 comprende una fijación de soporte de máquina 102, una fijación de anillo de estátor 104 y una fijación de muñón 106. La fijación de soporte de máquina 102, la fijación de anillo de estátor 104 y la fijación de muñón 102 están configuradas respectivamente como brida de fijación circular con una o dos coronas de agujeros periféricas en cada caso.
- Seis secciones de soporte 108 se extienden aproximadamente en forma de estrella de la fijación de soporte de máquina 102 a la fijación de anillo de estátor 104. Las secciones de soporte 108 están configuradas como brazos de soporte 108 para poder absorber el peso de un estátor fijado en la fijación de anillo de estátor 104 y transmitirlo a un soporte de máquina mediante la fijación de soporte de máquina 102.
- Las zonas entre las secciones de soporte 108 están cubiertas respectivamente con secciones similares a la chapa, estando previstos aquí en cada caso orificios de ventilador 110. En algunas secciones de soporte 108 están configurados además orificios auxiliares 112.
- En la zona de la fijación de muñón 106 está previsto además un orificio que se cierra, no obstante, mediante una fijación adecuada de un muñón.

Al cerrarse los orificios de ventilador 110, en particular mediante ventiladores, y los orificios auxiliares 112 se puede cerrar toda la campana de estátor 100. Como resultado de la fijación de un estátor en la fijación de anillo de estátor 104 y la previsión de un impulsor correspondiente se puede crear una cámara de presión entre este estátor e impulsor, por una parte, y la campana de estátor 100, por la otra parte, y someterla a presión. El aire se puede escapar entonces a través de orificios en la disposición de impulsor y estátor, por ejemplo, el entrehierro, y provoca en este caso una corriente de aire en las respectivas zonas abiertas.

La figura 16 muestra la campana de estátor 100 junto con un anillo de estátor 2* fijado en la fijación de anillo de estátor 104 en la campana de estátor 100. Además, en cada orificio de ventilador 110 está dispuesto un ventilador 114 que junto con una cubierta de ventilador 116 cubre y cierra el orificio de ventilador 110.

A ponerse en marcha uno o varios de los ventiladores 114 se sopla aire al espacio encerrado o cubierto por la campana de estátor 100. El aire se puede escapar a través de orificios en el generador, del que el anillo de estátor 2* forma una parte, y puede garantizar el enfriamiento. A tal efecto, los orificios auxiliares 112 también están cerrados con una cubierta, lo que no aparece representado, sin embargo, en detalle en la figura 16. Naturalmente, los ventiladores 114 pueden funcionar también de manera que aspiren aire del espacio cubierto con la campana de estátor 100, que según la figura 16 se realiza esencialmente hacia la derecha, hacia afuera del plano del dibujo. No obstante, en el caso preferido se sopla aire hacia el interior del espacio cubierto que, con una disposición adecuada de la campana de estátor 100, procede de una góndola correspondiente y permite una mayor purificación y sequedad en comparación con el aire exterior por fuera de la góndola.

La figura 17 muestra cómo se pueden utilizar según la invención los orificios de ventilador 110 para fines de mantenimiento u otros fines. En el caso de un orificio de ventilador 110, por ejemplo, el ventilador 114 está plegado hacia afuera mediante una bisagra y el orificio de ventilador 110 está correspondientemente abierto. Una persona puede acceder ahora a través de este orificio de ventilador 110 abierto de este modo a través de la campana de estátor 100, específicamente a través del orificio de ventilador 110, al generador anular que se encuentra dispuesto detrás. En vez de una bisagra puede estar previsto también otro mecanismo de movimiento para plegar el ventilador 114. Asimismo, un cierre de sujeción rápida se puede utilizar también fácilmente para abrir un orificio de ventilador 110. A tal efecto, tal cierre de sujeción rápida se debe separar con una pequeña cantidad de operaciones y el ventilador correspondiente 114 se debe extraer de este modo. Si un orificio de ventilador se abre sólo parcialmente o el orificio sigue bloqueado por otros dispositivos, por ejemplo, como se muestra por medio del orificio 110*, de modo que una persona no puede acceder a través del mismo, se puede considerar de todas maneras la realización de un mantenimiento parcial de los dispositivos dispuestos directamente detrás del orificio. Esto es válido para los orificios auxiliares 112 con una configuración menor.

La figura 18 explica esquemáticamente el concepto general de la invención por medio de una forma de realización a modo de ejemplo. La figura 18 muestra por secciones en una vista lateral en corte una góndola 250 con un rotor 252 con palas de rotor 254, un generador anular 200 con un impulsor 201 y un estátor 203 con un anillo de estátor 202 y un paquete de chapas 205 con devanados de estátor 207 indicados sólo de manera esquemática. Entre el estátor 203 y el impulsor 201 está dispuesto un entrehierro 209. El anillo de estátor 202 presenta un anillo de soporte interior 204, un anillo de soporte central 206 y un anillo de soporte exterior 208. Entre el anillo de soporte interior y exterior 206, 208 están previstos canales de enfriamiento pasivo 216 que forman una sección de enfriamiento pasivo 212. Los canales de enfriamiento activo 214 están dispuestos entre el anillo de soporte interior 204 y el anillo de soporte central 206 y forman una sección de enfriamiento activo 210.

En la zona del anillo de soporte central 206 está fijada una campana de estátor 260 y a continuación de la parte activa magnéticamente del impulsor 201 está prevista una sección de separación 262. En la campana de estátor 260 están dispuestos ventiladores 264 que provocan una sobrepresión en la cámara de presión 266 dispuesta esencialmente entre la campana de estátor 260 y la sección de separación 262. Debido a la presión generada de esta manera en la cámara de presión 266, el aire circula a través del entrehierro 209 y de los canales de enfriamiento activo 214. El generador, en particular el estátor, se enfría así mediante la corriente de aire 270 a través del entrehierro 209 y de los canales de enfriamiento activo 214.

A la altura del anillo de soporte central 206 discurren secciones de la cubierta de góndola 215, incluidas secciones de la cubierta de buje 251*. Por tanto, en relación con la góndola 250, el generador anular 200, incluida la sección de enfriamiento activo 210, se encuentra dispuesto dentro de la góndola 250. Sólo la sección de enfriamiento pasivo 212 y, por consiguiente, los canales de enfriamiento pasivo 216 están dispuestos por fuera de la góndola 250. El rotor 252 y la pala de rotor 254, o sea, la parte de la góndola 250 representada a la izquierda en la figura 18, específicamente el buje con la cubierta de buje 251* o spinner, están dirigidos adecuadamente hacia el viento. El viento, que incide en la góndola 250, circula entonces primero a lo largo de la cubierta de buje 251* en la zona del rotor 252.

La cubierta de góndola 251* es más baja en una zona y, por tanto, está a la misma altura que el anillo de soporte central 206. La cubierta de buje puede estar a la altura del anillo de soporte exterior 208 en la zona del resalte de pala de rotor, como se muestra en la figura 18 con el número de referencia 251**. La figura 18 muestra una instantánea en este sentido. Se ha de mencionar que un canalón puede estar montado en el anillo de estátor 202,

en la zona del anillo de soporte central 206, en el lateral hacia la cubierta de buje 251* con el fin de impedir la entrada de agua de lluvia en la zona y proteger así los elementos del generador 200, dispuestos dentro de la góndola, contra el agua de lluvia.

- 5 El viento pasa a continuación de la zona de la cubierta de buje 251* más baja a la zona de los orificios de entrada 217 y hacia la sección de enfriamiento pasivo 212 y, por tanto, exterior, y puede entrar aquí a través de los orificios de entrada 217 en los canales de enfriamiento pasivo 216 y enfriar el anillo de estátor 202 en esta zona.

10 Se ha de tener en cuenta que el ventilador 264 provoca una corriente de enfriamiento activo 270 que circula a través del entrehierro 209 y los canales de enfriamiento activo 214. El viento provoca una corriente de enfriamiento pasivo 272 que circula a través de los canales de enfriamiento pasivo 216. Se ha de considerar que la corriente de enfriamiento activo 270 se opone a la dirección de la corriente de enfriamiento pasivo 272. En principio, específicamente el ventilador o los ventiladores 264 presionan el aire desde el espacio interior de góndola 253 a través de la campana de estátor 260 hacia la cámara de presión 266 y desde aquí a través del entrehierro 209 y de los canales de enfriamiento activo 214 hacia afuera en dirección del buje de rotor 256 y, por tanto, en contra del viento.

20 Las representaciones de las figuras 19 a 22 muestran esquemáticamente una góndola 250. No se muestran o sólo se muestran básicamente en particular una torre, palas de rotor y posibles estructuras de góndola, tales como un anemómetro o similar. La vista en perspectiva de la góndola 250 en posición inclinada desde delante según la figura 19 muestra esencialmente la cubierta de góndola 251 y la cubierta de buje 251* o 251**. En particular se puede observar una parte de la corona de los orificios de salida 218 y de los orificios de entrada 217 de la sección de enfriamiento pasivo 212. Según la figura 19, el viento procede entonces durante una operación regular aproximadamente de la derecha hacia dentro del plano del dibujo, circula a lo largo de la cubierta de buje 251 hacia los orificios de entrada 217 a través de canales de enfriamiento pasivo en la sección de enfriamiento pasivo 212 y abandona la sección de enfriamiento pasivo 212 nuevamente en la zona de los orificios de salida 218. En este caso, el viento circula en una operación regular aproximadamente en dirección axial hacia los orificios de entrada 217, mientras que abandona el orificio de salida 218 orientado al menos parcialmente en dirección radial hacia afuera.

30 En la figura 19 se pueden observar tres resaltes de pala de rotor 274 en la cubierta de buje 251* o 251**. En la proximidad de los mismos se puede observar en la figura 19, en particular en el resalte de rotor 274 representado a la izquierda, un canto de transición 276 entre la zona superior de la cubierta de buje 251** y la zona inferior de la cubierta de buje 251*. La zona de cubierta de buje superior 251** se alinea aproximadamente con el anillo de soporte exterior 208 y cubre así los orificios de entrada 217. La zona inferior de la cubierta de buje 251* se alinea aproximadamente con el anillo de soporte central 206, de modo que los orificios de entrada 217 son visibles en la respectiva zona y pueden ser alcanzados también por el viento.

40 En la vista frontal de la góndola 250 según la figura 20 se pueden observar esencialmente la cubierta de buje 251* o 251** y los orificios de entrada 217. La perspectiva de la figura 20 corresponde a la dirección de entrada regular del viento. Por lo demás, la zona de fijación exterior 232 en el lado de barlovento está dispuesta en la posición de las 12 horas. A partir de la otra vista en perspectiva de la figura 21 y la vista lateral en perspectiva de la figura 22 resulta evidente que las secciones de pala de rotor 278 en el lado de la góndola pueden pasar por encima de la zona de la sección de enfriamiento pasivo 212 y de esta manera de los orificios de entrada 217 y los orificios de salida 218.

45 A continuación se describen formas de realización que facilitan la comprensión de la invención y pueden perfeccionar el generador anular, según la invención, de las reivindicaciones 1 a 6.

Forma de realización 1:

50 Generador anular de una planta de energía eólica con un estátor con un anillo de estátor periférico para alojar un paquete de chapas con devanados de estátor y un impulsor montado de manera giratoria con respecto al estátor alrededor de un eje de giro, estando configurado el generador anular como impulsor interior y presentado el anillo de estátor canales de enfriamiento para enfriar el estátor mediante una corriente de aire.

Forma de realización 2:

55 Generador anular según la forma de realización 1, caracterizado por que al menos algunos canales de enfriamiento están preparados para el enfriamiento activo mediante una corriente de aire forzada y/o algunos canales de enfriamiento están preparados para el enfriamiento pasivo en particular mediante el viento.

Forma de realización 3:

60 Generador anular según una de las formas de realización anteriores, que comprende además una campana de rotor unida al estátor, en particular al anillo de estátor, para crear una cámara de presión con una sobrepresión o un vacío a fin de proveer una corriente de aire activa a través del y/o a lo largo del estátor y/o del impulsor para enfriar el generador anular.

65 Forma de realización 4:

Generador anular según la forma de realización 3, caracterizado por que el anillo de estátor presenta con respecto al

eje de giro una sección de anillo interior para el enfriamiento activo y una sección de anillo exterior para el enfriamiento pasivo y por que la campana de estátor está fijada en el anillo de estátor de tal modo que sólo la sección de anillo interior queda sometida a la corriente activa de aire frío.

5 Forma de realización 5:
Generador anular según la forma de realización 3 ó 4, caracterizado por que la campana de estátor está preparada para soportar el anillo de estátor.

10 Forma de realización 6:
Generador anular según una de las formas de realización 3 a 5, caracterizado por que en la campana de estátor está previsto al menos un orificio de ventilador con un ventilador.

15 Forma de realización 7:
Generador anular según una de las formas de realización anteriores, caracterizado por que algunos o todos los canales de enfriamiento discurren axialmente con respecto al eje de giro.

20 Forma de realización 8:
Generador anular según una de las formas de realización precedentes, caracterizado por que una pluralidad de canales de enfriamiento está dispuesta de manera concéntrica alrededor del eje de giro y forma al menos una zona de enfriamiento anular.

25 Forma de realización 9:
Generador anular según una de las formas de realización anteriores, caracterizado por que el anillo de estátor presenta con respecto al eje de giro en dirección radial un anillo de soporte interior y un anillo de soporte exterior y opcionalmente un anillo de soporte central estabilizador, estando configurada una zona de enfriamiento anular al menos entre dos anillos de soporte.

30 Forma de realización 10:
Generador anular según la forma de realización 9, caracterizado por que está previsto el anillo de soporte central estabilizador y por que la campana de estátor o una campana de estátor está fijada en el anillo de soporte central estabilizador y de esta manera el anillo de estátor y, por tanto, el estátor son soportados por la campana de estátor.

35 Forma de realización 11:
Generador anular según la forma de realización 9 ó 10, caracterizado por que canales de enfriamiento contiguos de una zona de enfriamiento están delimitados uno respecto a otro mediante paredes de delimitación y las paredes de delimitación forman nervios de unión entre dos anillos de soporte estabilizadores contiguos y/o dos anillos de soporte contiguos están unidos entre sí mediante aletas de enfriamiento.

40 Forma de realización 12:
Generador anular según una de las formas de realización anteriores, caracterizado por que al menos un canal de enfriamiento, preferentemente todos los canales de enfriamiento de al menos una zona de enfriamiento presentan una forma triangular en la sección transversal axial y/o respectivamente dos canales de enfriamiento contiguos crean juntos la forma de un paralelogramo en la sección transversal y/o los canales de enfriamiento presentan al menos una aleta de enfriamiento dirigida hacia el lado interior de canal de enfriamiento.

45 Forma de realización 13:
Generador anular según una de las formas de realización anteriores, caracterizado por que el anillo de estátor está segmentado, en particular está compuesto de dos, tres, cuatro o más segmentos circulares esencialmente simétricos.

50 Forma de realización 14:
Generador anular según una de las formas de realización anteriores, caracterizado por que el anillo de estátor está fabricado de aluminio y/o de una aleación de aluminio al menos en la zona de los canales de enfriamiento y/o está fabricado por fundición a partir de un material.

55 Forma de realización 15:
Generador anular según una de las formas de realización anteriores, caracterizado por que están previstos canales de enfriamiento pasivo respectivamente con un orificio de entrada orientado en dirección axial y un orificio de salida orientado al menos parcialmente hacia afuera.

60 Forma de realización 16:
Generador anular según la forma de realización 15, caracterizado por que el orificio de salida está previsto como orificio de aspiración, de modo que el viento, que incide axialmente desde afuera en el anillo de estátor, genera un efecto de aspiración en el orificio de salida y/o el anillo de estátor presenta en dirección axial una superficie curvada en la zona del orificio de salida para favorecer un efecto de aspiración en el orificio de aspiración.

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Generador anular para una planta de energía eólica con un estátor con un anillo de estátor periférico para alojar devanados de estátor, un impulsor montado de manera giratoria con respecto al estátor y una campana de estátor que está unida al anillo de estátor para crear una cámara de presión con una sobrepresión o un vacío a fin de proveer una corriente de aire a través del y/o a lo largo del estátor y/o del impulsor para enfriar el generador anular, presentando la campana de estátor al menos un orificio de ventilador provisto de un ventilador.
- 10 2. Generador anular de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el ventilador está montado de manera móvil mediante un mecanismo de movimiento o está fijado mediante un dispositivo de sujeción rápida para abrir temporalmente el orificio de ventilador con fines de mantenimiento y/o para permitir el paso de una persona, y el mecanismo de movimiento está configurado en particular como mecanismo pivotante.
- 15 3. Generador anular de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** la campana de estátor presenta una primera sección de fijación para la fijación en un soporte de máquina de una planta de energía eólica y presenta varias secciones de soporte, en particular brazos de soporte, que se extienden a partir de la misma en una disposición en forma de estrella hacia afuera, hacia una segunda sección de fijación, para la fijación en el anillo de estátor, de modo que el anillo de estátor se puede soportar en el soporte de máquina mediante las secciones de soporte.
- 20 4. Generador anular de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** el al menos un orificio de ventilador está dispuesto respectivamente entre dos secciones de soporte.
- 25 5. Generador anular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la campana de estátor está fabricada esencialmente de metal, en particular hierro fundido, preferentemente fundición esferoidal y/o está fabricada por fundición a partir de una pieza.
- 30 6. Generador anular de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** una potencia nominal de al menos 30 kW, con preferencia de 300 kW, con mayor preferencia de al menos 1 MW.
- 35 7. Procedimiento para controlar una planta de energía eólica, presentando la planta de energía eólica un generador anular con un impulsor y un estátor, que comprende las siguientes etapas:
- detectar una potencia eléctrica producida por el generador anular y
 - conectar al menos un ventilador montado en una campana de estátor a fin de generar una corriente de aire a través del y/o a lo largo del estátor y/o del impulsor para enfriar el generador anular, si la potencia eléctrica detectada alcanza y/o supera un valor predeterminado.
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** como valor predeterminado se establece un valor de 30% o superior, con preferencia de 50% y con mayor preferencia de 80% de la potencia nominal de la planta de energía eólica, en particular la potencia nominal se establece como valor predeterminado.
- 45 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** se utiliza un generador anular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8.
- 50 10. Planta de energía eólica con una góndola y un generador anular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 y/o estando implementado en la planta de energía eólica un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9.
- 55 11. Planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 10, con una góndola y un generador anular, comprendiendo el generador anular un estátor con un anillo de estátor periférico para alojar un paquete de chapas con devanados de estátor y un impulsor montado de manera giratoria alrededor de un eje de giro con respecto al estátor, estando configurado el generador anular como impulsor interior, **caracterizada por que** el generador anular está dispuesto dentro de la góndola, exceptuando una sección exterior del anillo de estátor, y la sección exterior del anillo de estátor está dispuesta por fuera de la góndola a fin de quedar sometida al flujo del viento para el enfriamiento.
- 60 12. Planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** la sección exterior del anillo de estátor presenta medios de enfriamiento, en particular canales de enfriamiento para el enfriamiento pasivo que están expuestos directamente al viento.
- 65 13. Planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, **caracterizada por que** la góndola presenta una configuración aerodinámica, por lo que el viento puede incidir esencialmente de manera laminar a lo largo de la góndola hacia de la sección exterior del anillo de estátor a fin de favorecer un efecto de enfriamiento en la sección exterior del anillo de estátor.

14. Planta de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizada por que** por fuera de la góndola, en la zona de las secciones exteriores del anillo de estátor, están previstos medios de flujo para favorecer un flujo de viento a lo largo de la sección exterior del anillo de estátor.

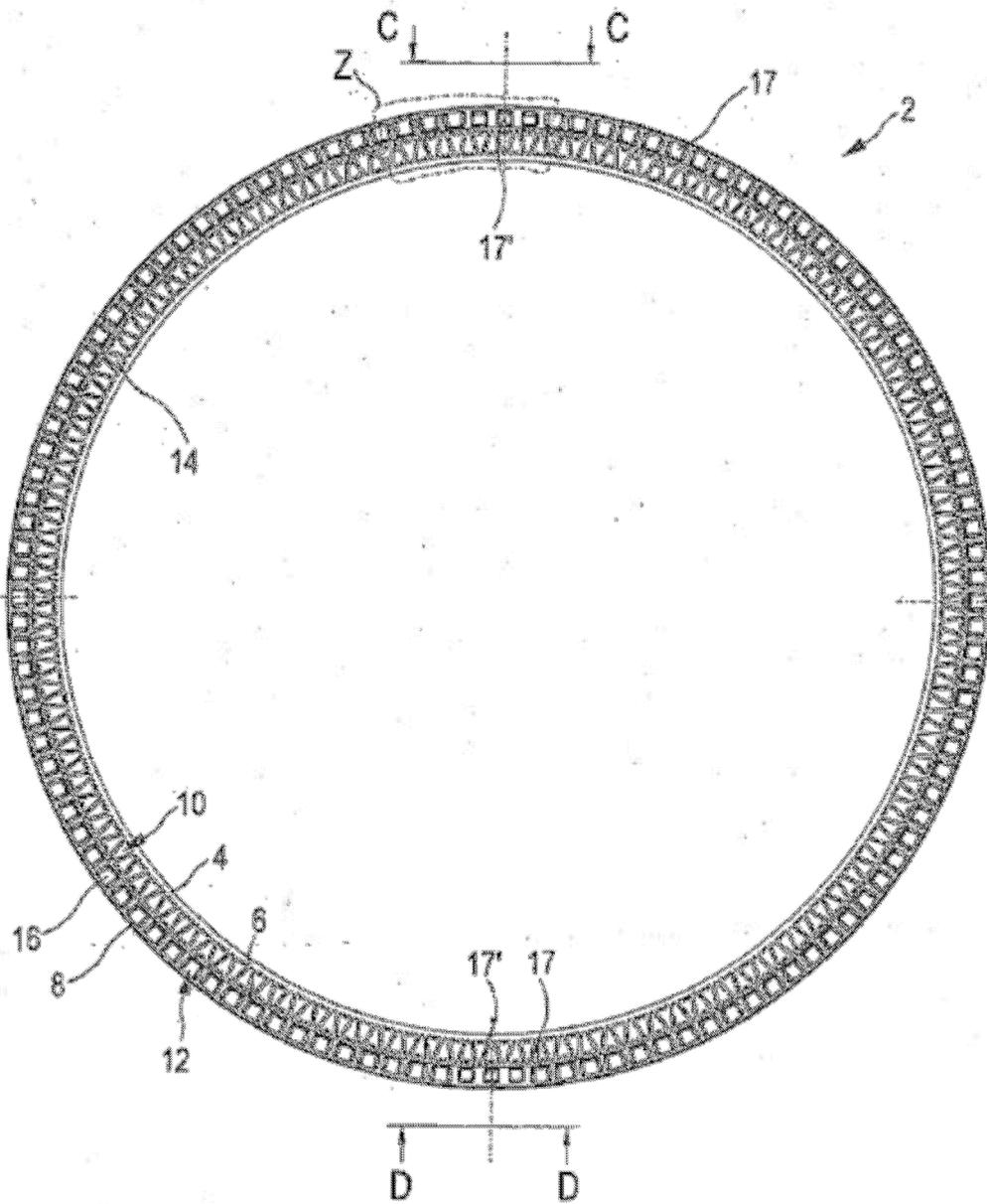


FIG. 1

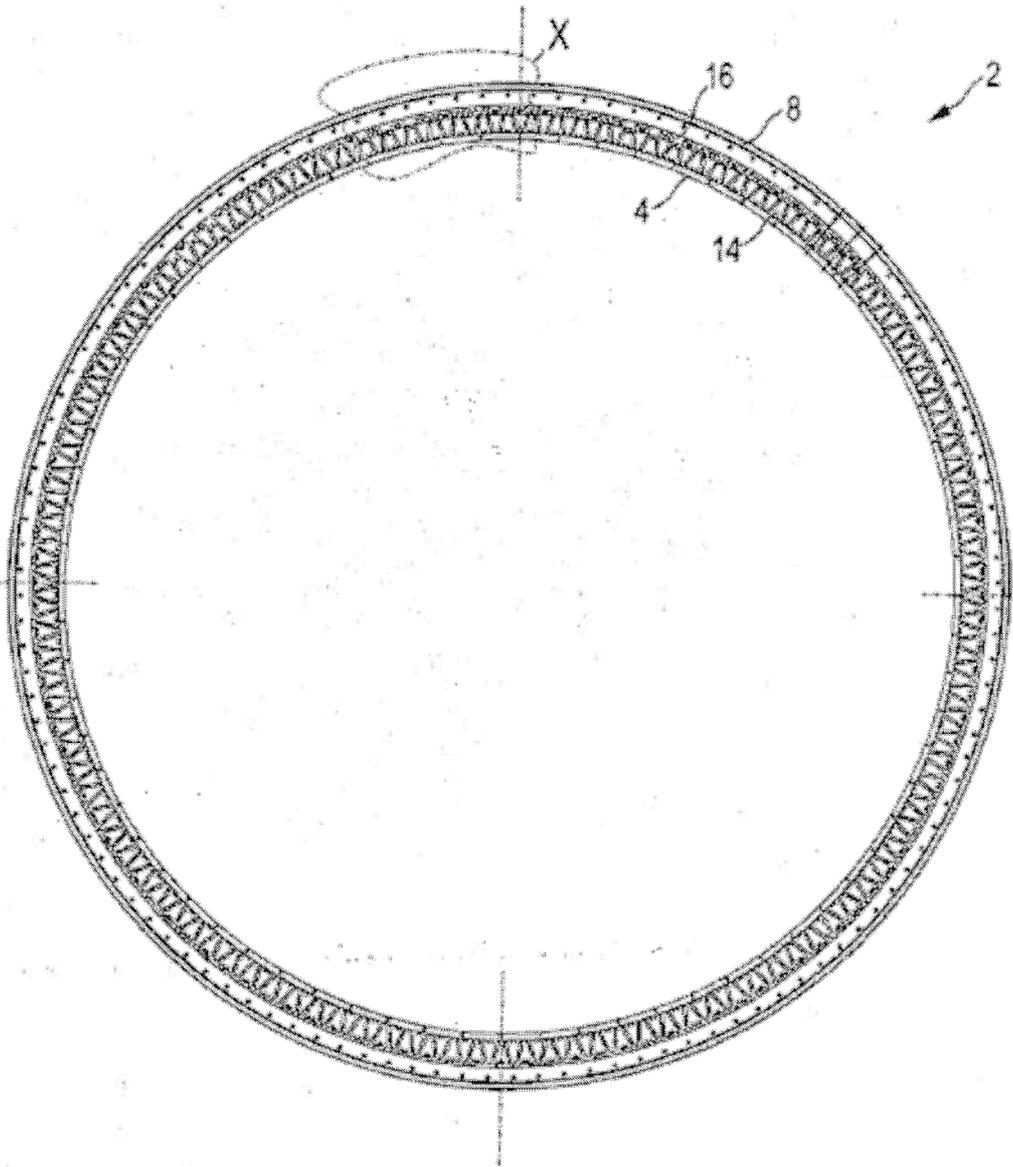


FIG. 2

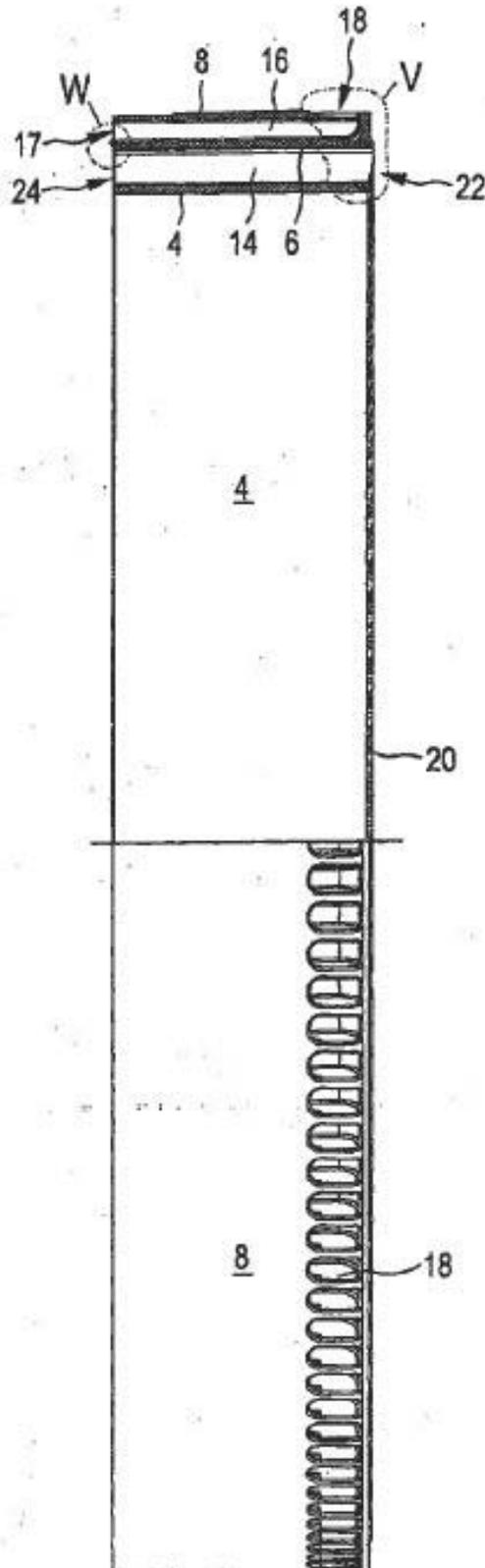


FIG. 3

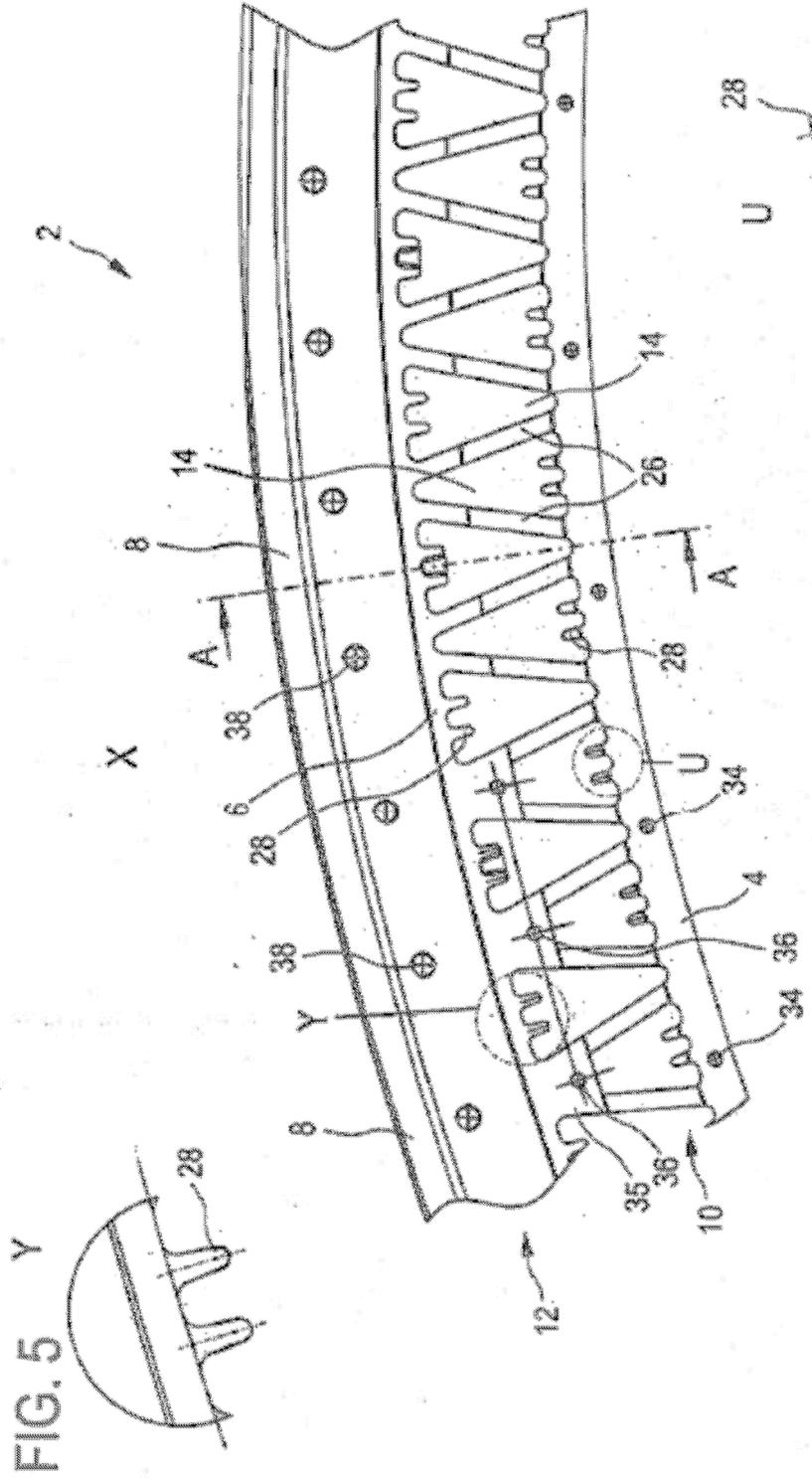


FIG. 4

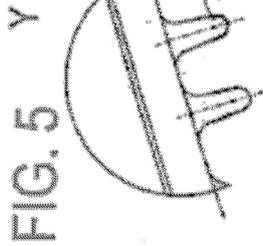


FIG. 5

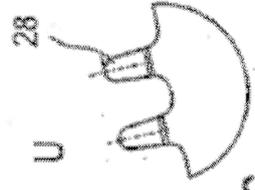


FIG. 6

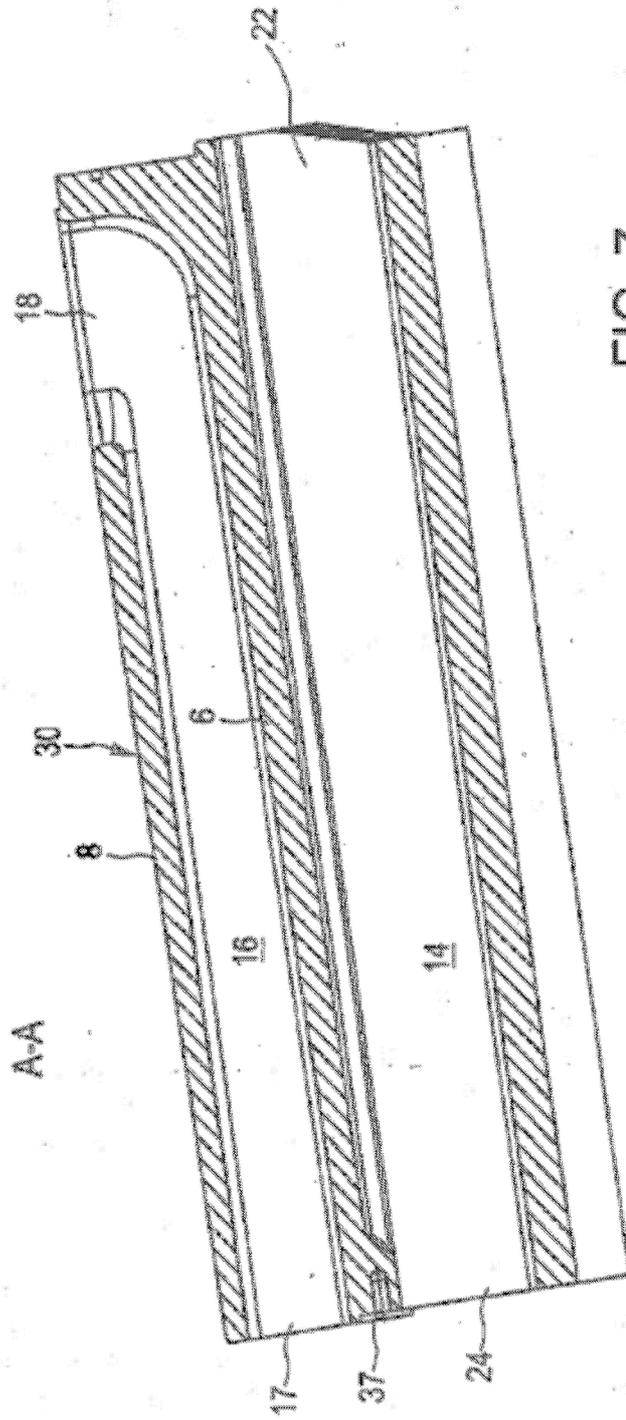


FIG. 7

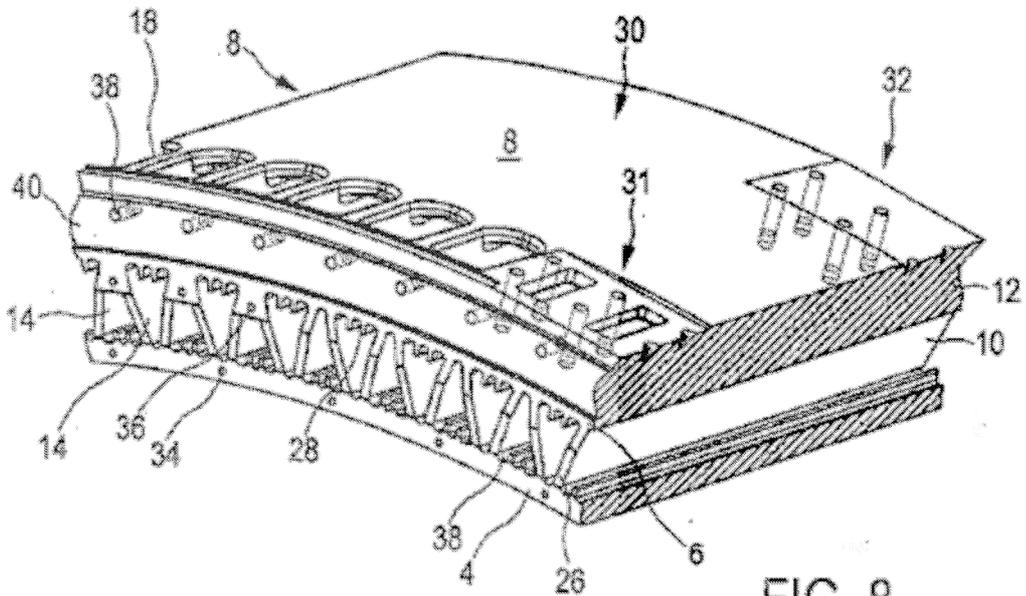


FIG. 8

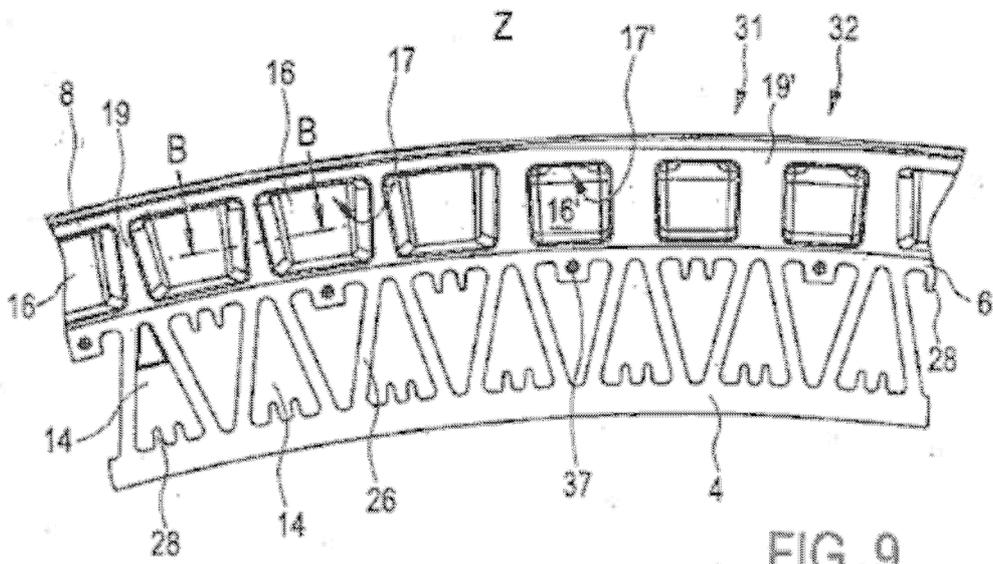
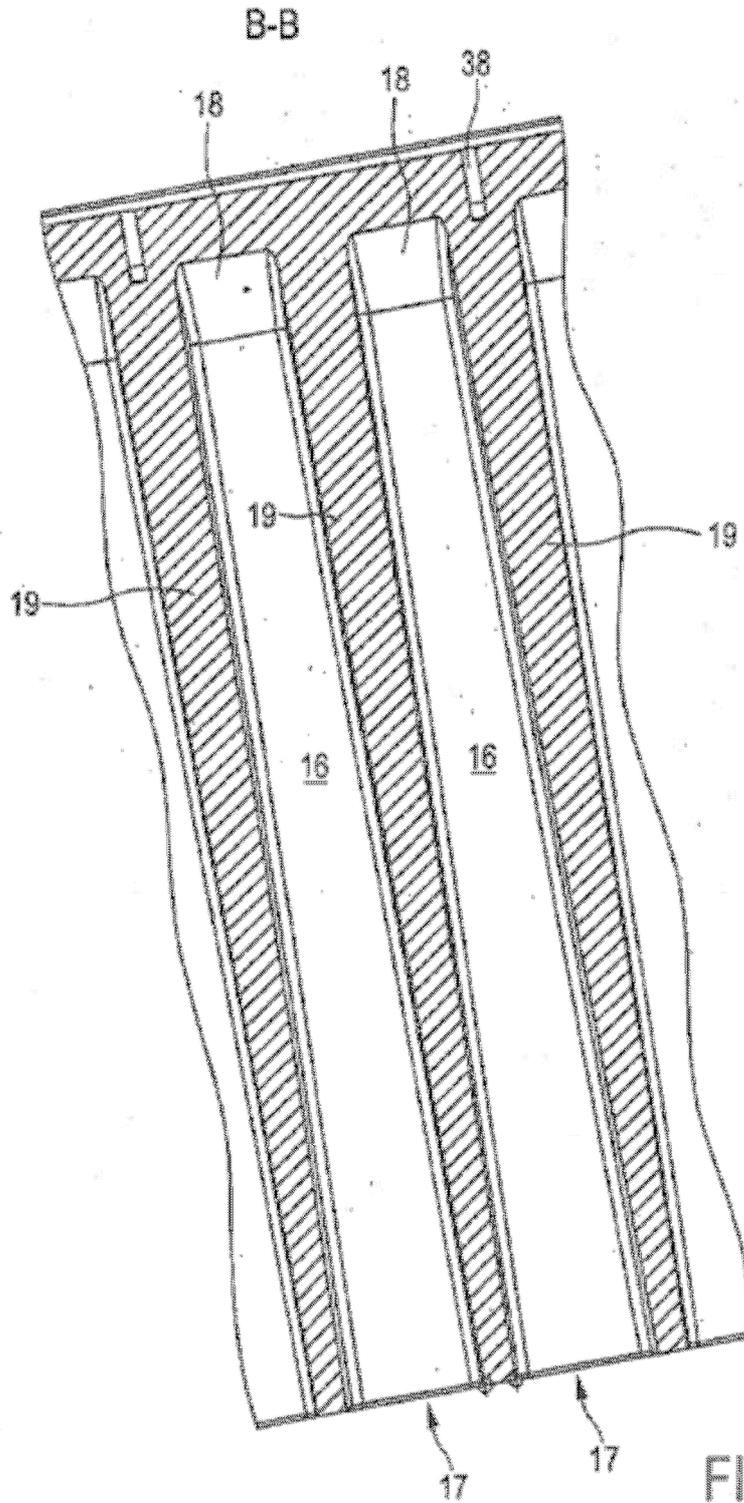


FIG. 9



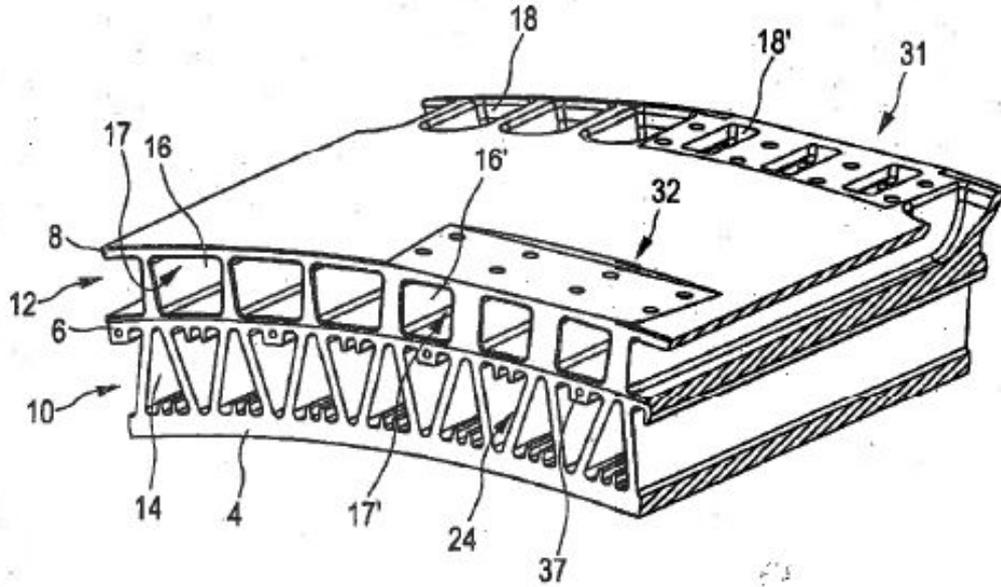


FIG. 11

9/16

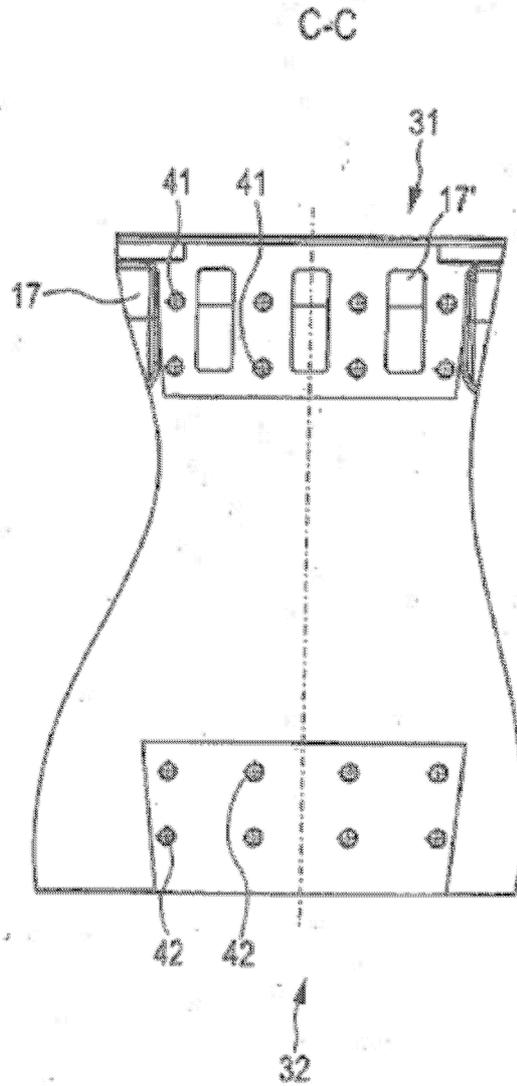


FIG. 12

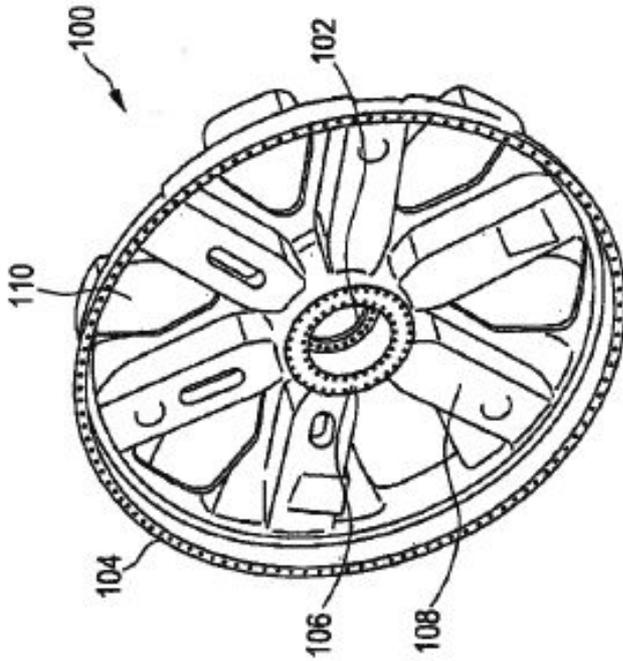


FIG. 14

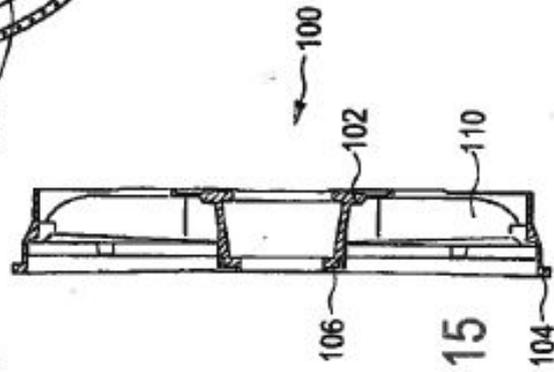


FIG. 15

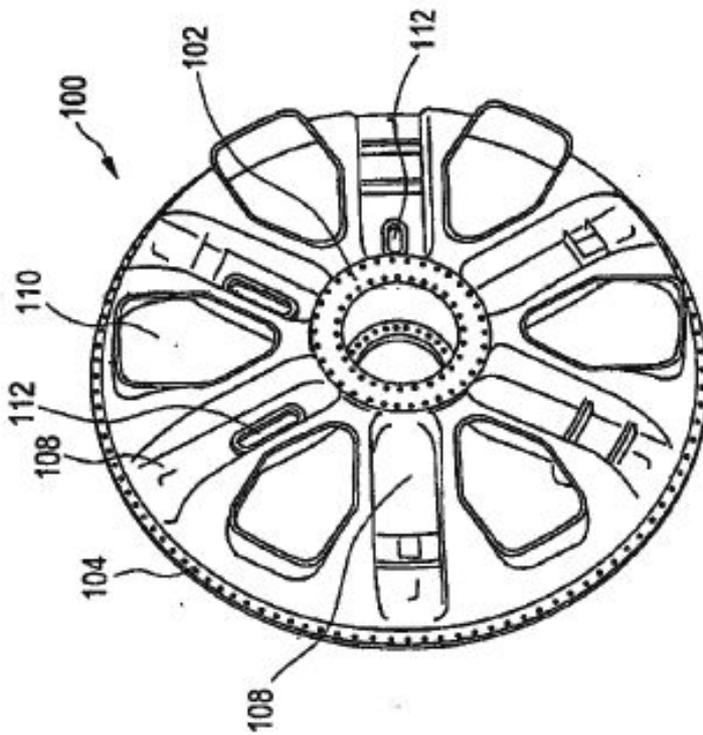


FIG. 13

11/16

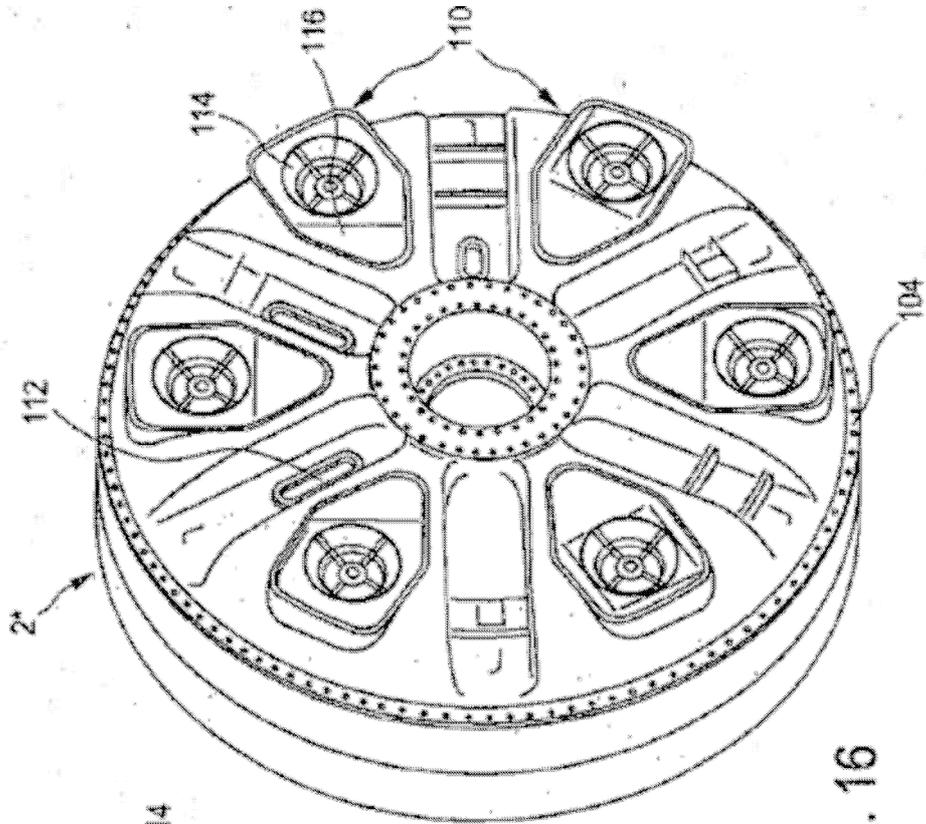


FIG. 16

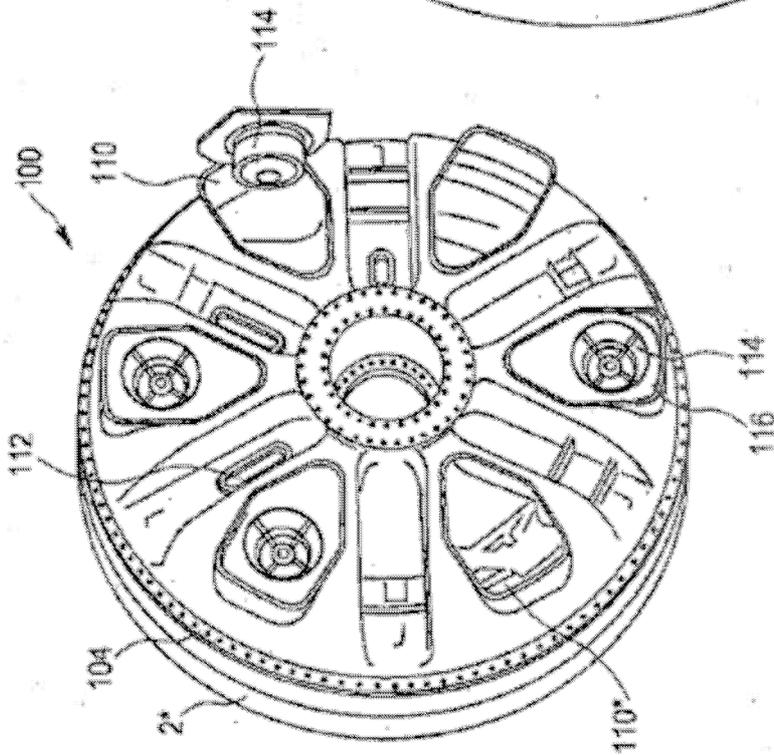


FIG. 17

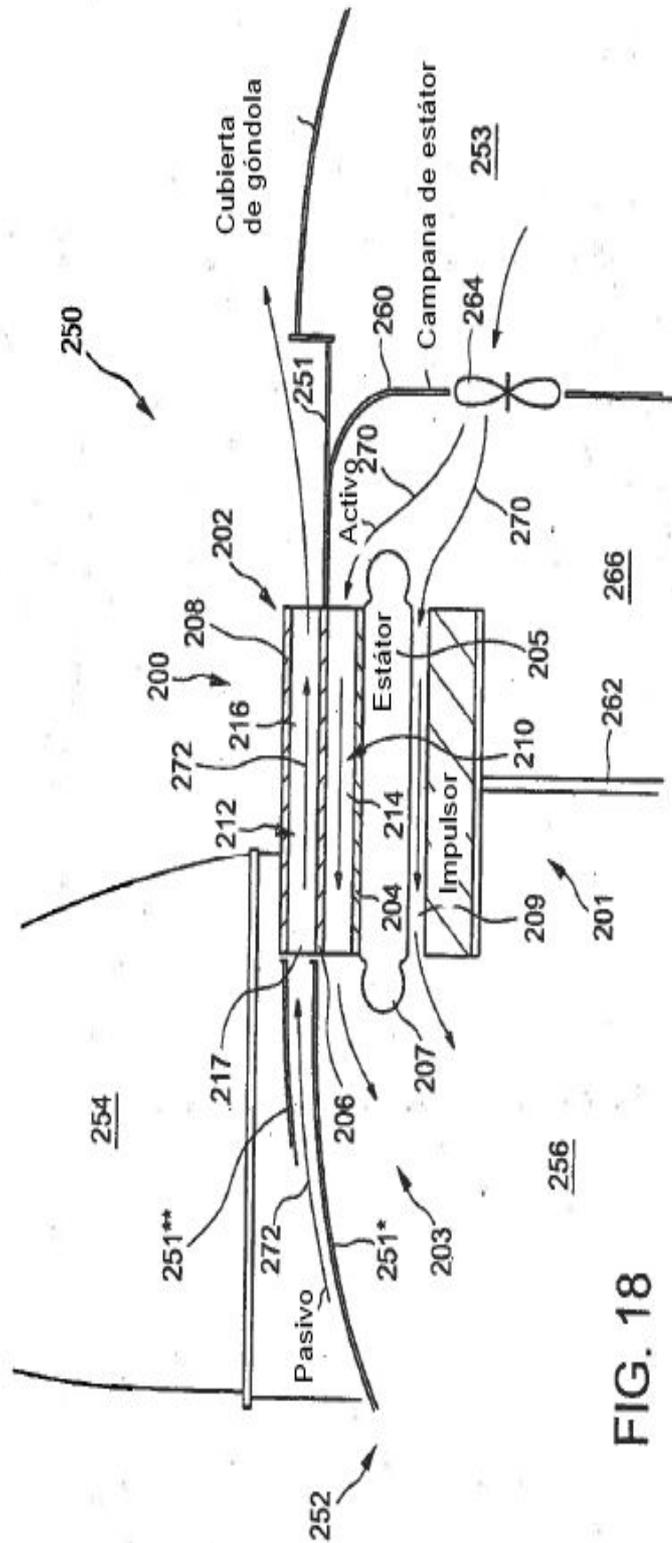


FIG. 18

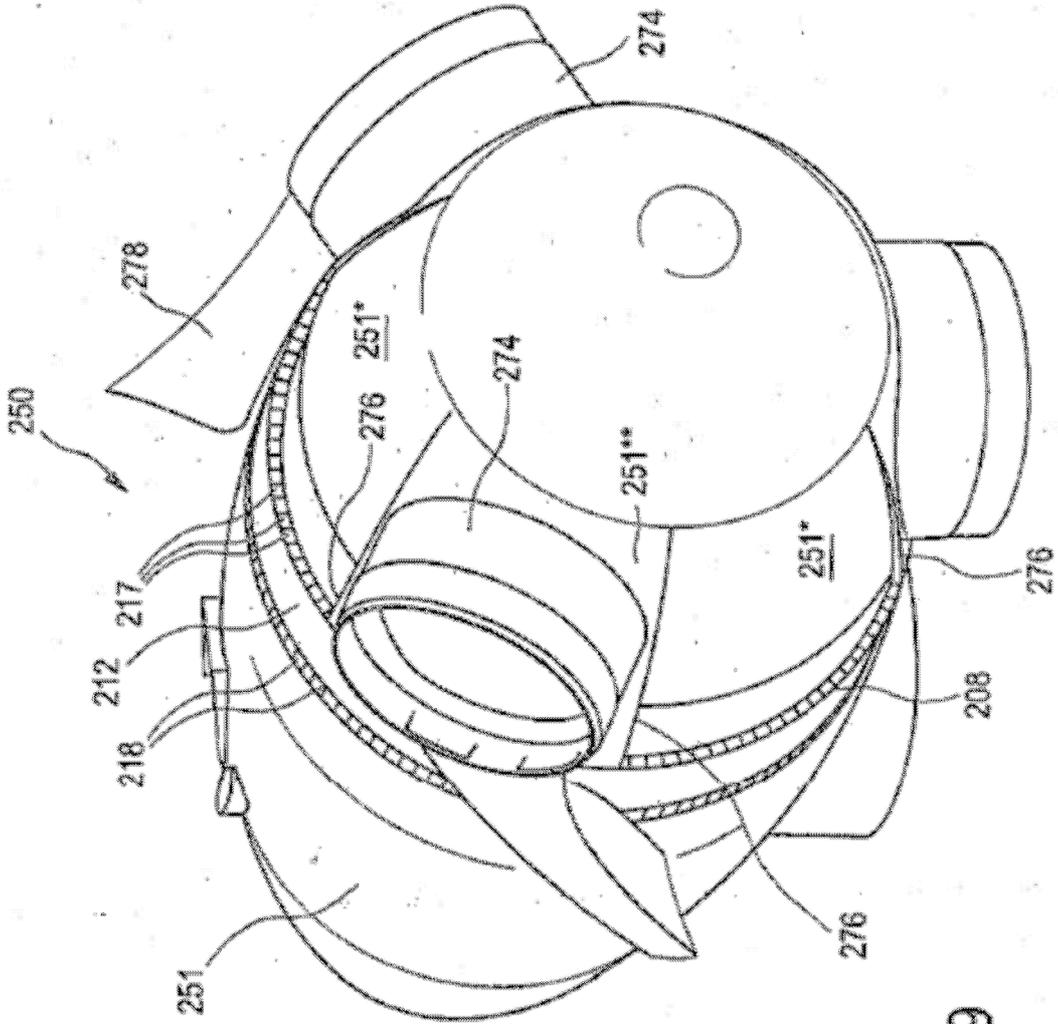


FIG. 19

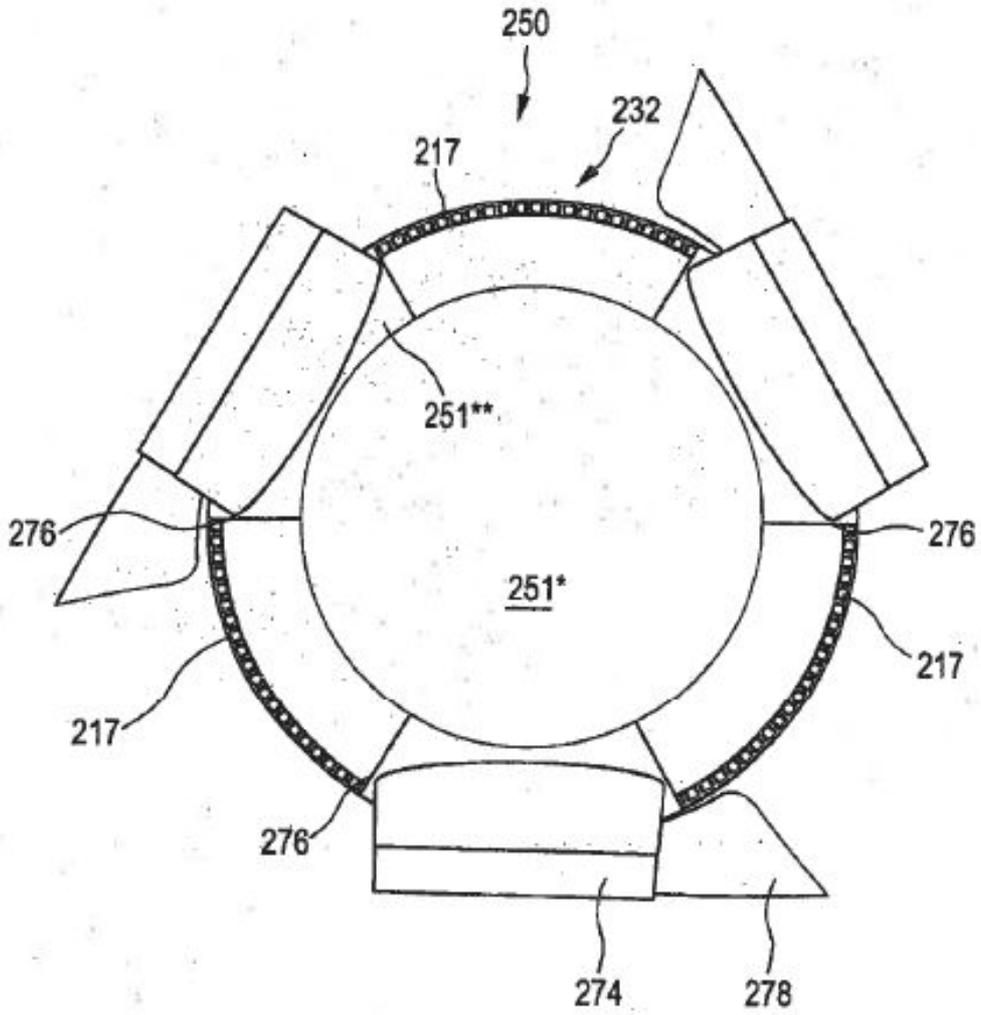


FIG. 20

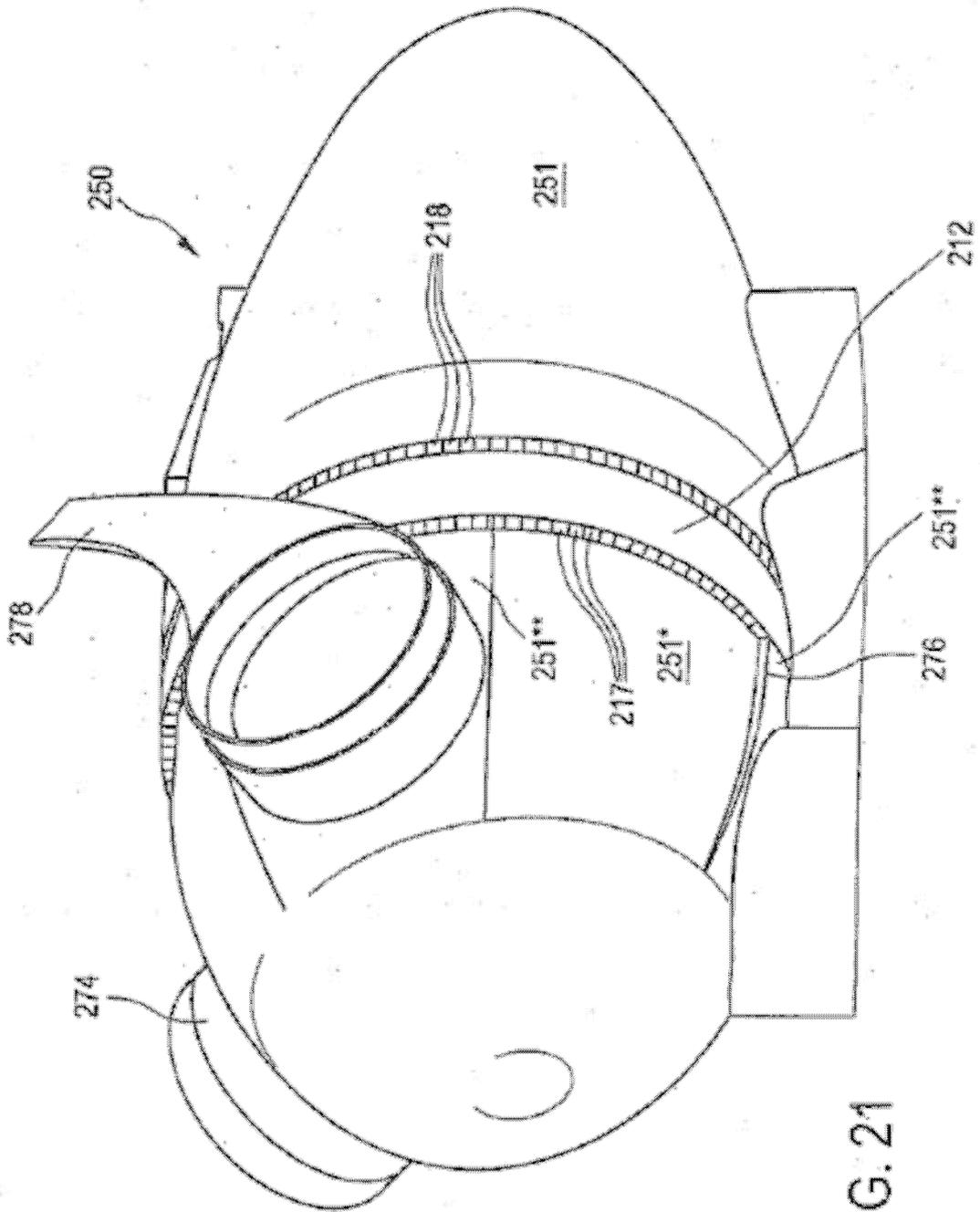


FIG. 21

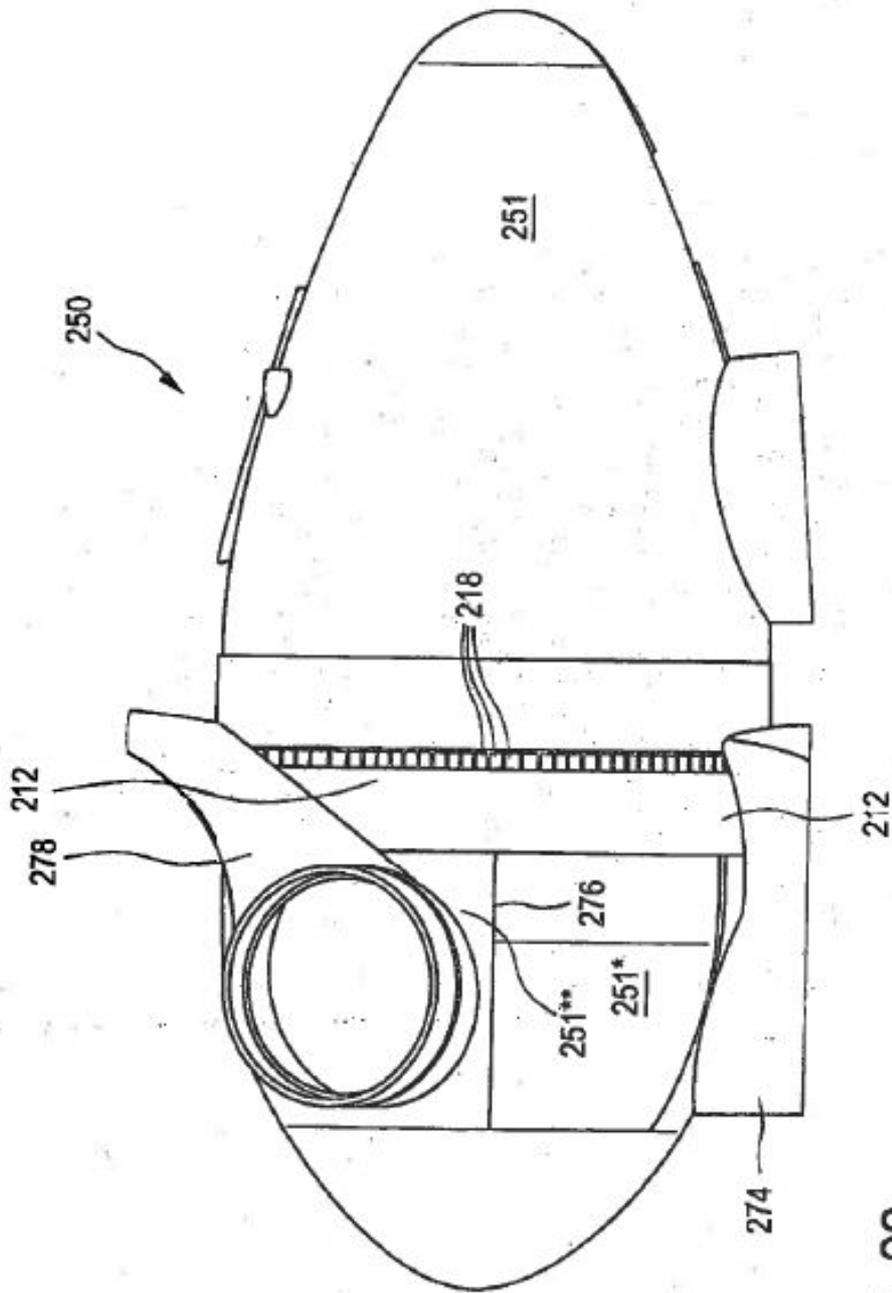


FIG. 22