(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 773 270**

(51) Int. Cl.:

H02K 15/02 (2006.01)
H02K 1/22 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
H02K 15/00 (2006.01)
H02K 19/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2013** **PCT/EP2013/057253**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **28.11.2013** **WO13174566**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2013** **E 13714913 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 2853020**

(54) Título: **Generador síncrono de una turbina eólica sin engranajes**

(30) Prioridad:

22.05.2012 DE 102012208547

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2020

(73) Titular/es:

WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich , DE

(72) Inventor/es:

GUDEWER, WILKO y
GIENGIEL, WOJCIECH

(74) Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 773 270 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 síncrono de una turbina eólica sin engranajes

La presente invención se refiere a un generador síncrono de una turbina eólica sin engranajes. Además, la solicitud se refiere a una turbina eólica con dicho generador. Además, la presente solicitud se refiere a una disposición de transporte para transportar un generador síncrono de una turbina eólica sin engranajes.

Las turbinas eólicas, particularmente las turbinas eólicas de eje horizontal, una de las cuales se muestra en la figura 1, son bien conocidas. En el caso de una turbina eólica sin engranajes, como se muestra en la figura 1, un rotor aerodinámico acciona directamente el rotor de un generador, de modo que este generador convierte la energía cinética obtenida del viento en energía eléctrica. Por lo tanto, el rotor del generador gira tan lentamente como el rotor aerodinámico. Para tener en cuenta una velocidad tan lenta, el generador tiene un diámetro relativo del generador relativamente grande, en particular un diámetro de espacio hueco grande en relación con la potencia nominal. Como resultado, a pesar de la velocidad lenta, se puede lograr una velocidad diferencial relativamente grande entre el rotor y el estator en la región del espacio hueco. Las turbinas eólicas modernas, como la E126 de ENERCON GmbH, tienen una potencia nominal de 7,5 MW. Además, esta E126 es una turbina eólica sin engranajes y requiere un generador del mismo tamaño.

En particular, el problema aquí es transportar dicho generador al sitio de instalación de la turbina eólica. En muchos estados, el ancho máximo que se puede transportar en la carretera es de aproximadamente 5 m. Esto significa que el diámetro máximo del generador puede ser de 5 m en un transporte, cuando el generador está acostado, es decir, transportado con un eje de rotación perpendicular a la carretera. El diámetro de un generador está, por lo tanto, limitado de facto. Incluso si dicho problema de transporte pudiera resolverse para algunos sitios, particularmente aquellos cerca de una planta generadora o cerca de un puerto, un generador estándar que se busca, que a menudo se usa, está limitado por esta dimensión de transporte.

La mencionada turbina eólica tipo E126 tiene un generador con un diámetro de espacio hueco de aproximadamente 10 m. En este generador, el problema de transporte se resuelve por el hecho de que el generador se transporta en varias partes, es decir, cada rotor y estator se dividen en cuatro partes. El rotor y el estator se entregan en partes individuales y se ensamblan en el sitio de construcción o en las inmediaciones.

El problema aquí es que dichos puntos de separación en el sitio y, por lo tanto, fuera de las salas de fabricación del generador, deben volverse a montar. Esto es lento y propenso a errores. Además, una verificación de la composición o una revisión del generador terminado es más difícil en el sitio y, por lo tanto, más compleja y propensa a errores que en el sitio de producción del generador.

Por ejemplo, se sabe por otras turbinas eólicas de ENERCON GmbH que un devanado continuo en cualquier caso del estator puede ser ventajoso. Esto se describe, por ejemplo, en la patente europea EP 1 419 315 B1. El devanado del estator descrito en ese documento es muy complejo y básicamente se puede llevar a cabo de manera fiable solo dentro de la fábrica. El resultado, sin embargo, es un generador muy fiable. Un devanado continuo realizado dentro de la fábrica excluye la separación en varias partes para el transporte.

La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado en la solicitud de prioridad el siguiente estado de la técnica: DE 199 23 925 A1, US 2010/0024311 A1, DE 10 2009 032 885 A1, DE 10 2010 039 590 A1.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en solucionar, al menos, uno de los problemas anteriormente mencionados. En particular, se propondrá una solución que permita el mayor generador posible de una turbina eólica, que tenga en cuenta el problema de transporte mencionado anteriormente y al mismo tiempo tenga una alta fiabilidad. Al menos, se recomienda una solución alternativa.

Según la invención, se propone un generador síncrono según la reivindicación 1. Tal generador síncrono de una turbina eólica sin engranajes comprende, por tanto, un estator y un rotor. Para la delimitación lingüística frente al rotor aerodinámico, que consiste esencialmente en un cubo y una o más, en particular tres, palas de rotor, el término rotor se usa a continuación para la parte giratoria del generador. Aquí, se usa un rotor externo de múltiples partes según la invención. El generador es, por lo tanto, un generador de rotor externo, con estator interno y rotor externo. Además, el rotor está dividido, al menos en dos partes. El estator no está dividido.

Se constató así que es posible una ampliación del generador en su diámetro sin división del estator. Por lo tanto, un estator interno puede formarse en una sola pieza y tener un tamaño hasta el ancho máximo de transporte. El diámetro exterior del estator, en este caso, corresponde aproximadamente al diámetro medio del espacio hueco o, formulado con precisión, el diámetro interno del espacio hueco.

Sin embargo, el rotor externo tiene un diámetro exterior mayor, es decir, mayor que el diámetro del espacio hueco y, por lo tanto, puede ser mayor que el ancho máximo de transporte. En consecuencia, se propone dividir el rotor externo. Esto se basa en el conocimiento de que una división del rotor, especialmente si se trata de un rotor externo, está asociada con pocos problemas. Incluso si el generador es un generador síncrono excitado en el exterior y, por lo tanto, el rotor debe ser alimentado eléctricamente con una corriente de campo, la separación de dicho rotor causa pocos problemas. Es decir, para una excitación externa, solo se debe proporcionar una corriente continua, de modo que si el rotor se desconecta y, en consecuencia, cuando se vuelve a ensamblar, solo se tendrían que volver a conectar las líneas de corriente continua correspondientes, en el caso más simple, dos líneas de corriente continua. La susceptibilidad a los errores es baja, especialmente en comparación con un esfuerzo que sería necesario para un estator de 3 fases o incluso de 6 fases.

Debido al sistema, un rotor excitado externamente también se compone de muchos polos de rotor individuales, a saber, núcleos con bobinas correspondientes, al menos en instalaciones de energía eólica sin engranajes habituales. Dado que cada polo del rotor lleva un devanado de CC, un devanado continuo, como se conoce, por ejemplo, para el estator, no es viable para el rotor. Esto facilita la divisibilidad.

Según una realización, se propone que el generador síncrono esté diseñado como un generador de anillo. Un generador de anillo describe una construcción de un generador, en el que la región magnéticamente activa está dispuesta sustancialmente en una región anular concéntricamente alrededor del eje de rotación del generador. En particular, la región magnéticamente activa, concretamente del rotor y el estator, está dispuesta solo en el cuarto radialmente exterior del generador. Sin embargo, se puede proporcionar una estructura de soporte para el estator en el medio del generador.

Preferentemente, se proporcionan al menos 48, más preferentemente al menos 72 y en particular al menos 192, polos de estator. Por lo tanto, se propone un generador multipolar. Esto es adecuado como generador de funcionamiento lento y, por lo tanto, está excelentemente adaptado para el uso en la turbina eólica sin engranajes.

Ventajosamente, también se propone formar el generador como un generador de 6 fases, es decir, como un generador que tiene dos sistemas trifásicos, que se desplazan en particular unos 30 grados entre sí. Esto da como resultado una corriente muy uniformemente generada, es decir, sustancialmente de 6 fases, que es ventajosa para un procesamiento adicional. En particular, dicha corriente de 6 fases es muy adecuada para una rectificación posterior y luego un procesamiento posterior con un inversor de frecuencia. En particular, es ventajoso para un supuesto concepto de convertidor completo, en el que la potencia generada está completamente rectificada, sin tener en cuenta las pérdidas, y preparada por el inversor para el suministro a una red eléctrica.

También es ventajoso que se proponga una realización, en la que el estator del generador síncrono tiene un devanado continuo. El estator puede así ser producido de una manera muy fiable, en particular sin puntos de conexión eléctrica innecesarios, lo que minimiza la susceptibilidad a la interferencia que se logra a este respecto. En particular, ningún contacto eléctrico se puede soltar en la medida en que no hay contactos eléctricos.

El estator está tan no dividido que está presente un núcleo de estator laminado no dividido, que transporta el campo magnético en funcionamiento y aloja el devanado o devanados. Esto no excluye el desmontaje de elementos individuales como elementos de fijación, elementos refrigerantes, cubiertas o similares.

Según una realización, se propone que el estator tenga un diámetro exterior de más de 4,3 m. Por lo tanto, es posible un diámetro de espacio hueco relativamente grande en el estator no dividido, teniendo en cuenta las dimensiones máximas de transporte. Preferentemente, se proporciona un estator con un diámetro exterior de más de 4,7 m. En particular, se propone que el diámetro exterior del estator sea de aproximadamente 5 m. Como resultado, se puede utilizar el ancho máximo de transporte y en la medida en que el generador síncrono se pueda optimizar o maximizar sin requerir una división problemática del estator. Al usar un estator con un diámetro exterior de 5 m, el tamaño máximo, con respecto al diámetro, para un estator no dividido se logra si se considera que son 5 m el tamaño superior de transporte.

Según la invención, el rotor está compuesto en la dirección circunferencial de una pluralidad de segmentos de rotor, en particular de cuatro segmentos de rotor. Preferentemente, en este caso se propone una división simétrica, en la que todos y/o cada uno de los dos segmentos de rotor son del mismo tamaño, en particular forman un segmento circular igual. Como resultado, la ensamblabilidad y/o el transporte pueden simplificarse y facilitarse y, a menudo, estandarizarse.

Preferentemente, los segmentos de rotor están provistos de diferentes números de polos de rotor. Esta realización también permite una división simétrica del rotor si, por ejemplo, se proporcionan dos segmentos pequeños y dos

grandes que son del mismo tamaño, en particular en cada caso tienen el mismo número de polos del rotor. Por ejemplo, un rotor con 48 polos se puede dividir en cuatro segmentos, dos de los cuales tienen 8 polos y los otros dos 16 polos cada uno. Con esto se puede lograr, por ejemplo, que se proporcionan dos segmentos grandes, que le dan al rotor una estabilidad básica, en el que los dos segmentos más pequeños cuando se ensamblan básicamente conectan los dos segmentos grandes.

Según la invención, se propone un generador síncrono con un eje de rotación en el que al menos dos segmentos de rotor pueden desmontarse para el transporte. Este generador síncrono está diseñado para que, cuando estos dos segmentos del rotor se desmonten, el estator determine la dimensión más grande del generador síncrono en una dirección y en otra dirección el rotor. En este caso, el estator en una primera dirección transversal al eje de rotación del estator, la dimensión más grande del generador síncrono, en donde en una dirección longitudinal transversal al eje de rotación y transversal a la dirección transversal del rotor forma la dimensión más grande del generador síncrono. Por consiguiente, el generador síncrono está diseñado de modo que dos, en particular, segmentos de rotor opuestos, se desmontan y, por lo tanto, la dimensión del generador se reduce precisamente en este punto, es decir, el diámetro del estator. Estos segmentos de rotor desmontables y luego desmontados solo necesitan ser tan grandes que su desmontaje conduzca exactamente al hecho de que el estator forma la dimensión más grande allí. Entonces ya no es posible una reducción adicional de la dimensión del generador en esta dirección, ya que el estator no puede desmontarse, al menos no sustancialmente.

Esta dirección transversal se alineará preferentemente de manera transversal a la dirección de desplazamiento del vehículo de transporte durante el transporte, con el resultado de que el ancho de transporte del vehículo cargado se ha reducido al diámetro exterior del estator. En la dirección longitudinal, es decir, también en la dirección de desplazamiento del vehículo de transporte, no es necesario reducir las dimensiones del generador. El rotor o los segmentos de rotor permanecen aquí y, por lo tanto, el generador tiene en esta dirección la dimensión exterior del diámetro exterior del rotor.

Preferentemente, se usa un generador síncrono que tiene una potencia nominal de al menos 500 kW, al menos un MW y en particular al menos dos MW. Por lo tanto, se propone un generador síncrono para una turbina eólica con alta potencia nominal. Esto es ventajoso gracias a un estator no dividido y un rotor dividido.

Además, se propone una turbina eólica, que tiene un generador síncrono de acuerdo con al menos una de las realizaciones anteriores. En consecuencia, se puede lograr una turbina eólica con generador maximizado con alta confiabilidad, que tampoco genera problemas de transporte innecesarios.

Además, se propone una disposición de transporte para transportar un generador síncrono parcialmente desmontado de acuerdo con al menos una de las realizaciones descritas anteriormente. Este generador síncrono tiene un estator y un rotor externo. La disposición de transporte comprende una sección de transporte principal, que también puede denominarse parte de transporte principal, y esta sección de transporte principal comprende el estator del generador síncrono. Además, la disposición de transporte comprende al menos dos segmentos de rotor que han sido desmontados del generador síncrono. Por consiguiente, se propone desmontar parcialmente el generador síncrono para el transporte, en el que el estator se transporta en una sola pieza.

En un ejemplo comparativo que no pertenece a la invención, los al menos dos segmentos de rotor desmontados se forman como dos mitades del rotor y encajan mutuamente en una posición de transporte que juntos de manera que tienen una dimensión que no excede un diámetro exterior del estator. En este caso, se supone particularmente que estas dos mitades del rotor están diseñadas como un segmento de anillo y una pata de cada uno de los dos segmentos de anillo está parcialmente dispuesta entre dos patas del otro segmento de anillo. Para lograr una dimensión en esta disposición al menos en una dirección, que no exceda el tamaño del diámetro del estator, los segmentos de anillo y, por lo tanto, el anillo del rotor ensamblado deben diseñarse para que sean delgados de manera correspondiente.

Según otra realización, se propone que la sección de transporte principal comprenda al menos un segmento de rotor, en particular dos segmentos de rotor, que están montados en el generador síncrono. De este modo, se forma la sección de transporte principal y los segmentos de rotor que permanecen montados en el estator se seleccionan de modo que la sección de transporte principal en una primera dirección tenga un ancho correspondiente al diámetro exterior del estator y en una segunda dirección tenga una longitud que corresponde al diámetro exterior del rotor. En este caso, en particular, la primera dirección se alinea transversalmente a una dirección de desplazamiento durante el transporte y el ancho es, en particular, el ancho real de dicho vehículo de transporte cargado. La segunda dirección apunta en particular en la dirección de desplazamiento. Las direcciones primera y segunda son preferentemente aproximadamente en un plano y aproximadamente en ángulo recto entre sí.

La sección principal de la disposición de transporte comprende un generador síncrono parcial de acuerdo con una de las realizaciones descritas anteriormente, pero sin los segmentos del rotor que han sido desmontados por el generador

síncrono.

En otras palabras, la sección principal de la disposición de transporte corresponde esencialmente al generador síncrono en su conjunto, pero al menos en la medida en que se hayan desmontado los segmentos de rotor, en una medida en que en cualquier caso el ancho del generador síncrono podría reducirse al tamaño, es decir, el diámetro del estator. Por lo tanto, se propone un transporte de un generador síncrono, en el que se propone un desmontaje minimizado de segmentos de rotor.

También se propone un método. Aquí, el generador síncrono es parcialmente desmontado en al menos dos segmentos del rotor desmontados. Esto incluye el transporte al sitio de una turbina eólica y el transporte a una ubicación de fabricación temporal en las inmediaciones del sitio de la turbina eólica, en particular, una ubicación de fabricación donde, por ejemplo, puede tener lugar un ensamblaje del generador síncrono y el transporte desde allí hasta la ubicación inmediata en la instalación. Básicamente no hay restricciones de transporte, especialmente en términos de ancho de transporte. En otras palabras, el transporte en la vía pública ya se ha completado al llegar a una instalación de fabricación temporal.

A continuación, la invención se explica más en detalle a modo de ejemplo mediante realizaciones en relación con las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una turbina eólica ejemplar, no perteneciente a la invención, en una vista en perspectiva.

La figura 2 muestra un generador síncrono de la turbina eólica de la figura 1 en perspectiva y esquemáticamente en una vista en sección.

La figura 3 muestra el generador síncrono de acuerdo con la figura 2 en una vista en sección lateral esquemática.

La figura 4 muestra un estator en una vista en planta axial.

La figura 5 muestra el generador síncrono parcialmente desmontado en una vista en planta axial.

La figura 6 muestra dos segmentos de rotor plegados compactados para transporte del generador síncrono en una vista en planta.

La figura 7 muestra un generador síncrono parcialmente desmontado según una realización de la invención en una vista esquemática axial.

La figura 8 muestra un generador síncrono parcialmente desmontado según la figura 7 en una vista en perspectiva.

La figura 9 muestra un generador síncrono parcialmente desmontado según las figuras 7 y 8 en una vista en sección y en perspectiva de forma esquemática.

En lo sucesivo, los mismos o similares elementos de las mismas o similares realizaciones pueden representarse en una escala diferente.

La figura 1 muestra una turbina eólica ejemplar 100, que no pertenece a la invención, con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un buje 110. El rotor 106 se pone en movimiento de giro durante el funcionamiento debido al viento y, de este modo, acciona un generador en la góndola 104.

El generador síncrono 1 de la figura 2 tiene un rotor externo dividido 2 y un estator 4 de una pieza. El estator 4 está soportado por medio de placas de soporte radial 6 en un pasador receptor 8, que también puede denominarse pasador de montaje de ejes.

Para usar el generador síncrono 1 en una turbina eólica, se muestra un cubo de rotor 12 que recibe las palas de rotor, que no se muestran en la figura 2, y que se fija a través de una brida de cubo 14 al rotor externo 2, con lo que se hace girar al rotor externo 2 con relación al estator 4 a su vez.

El rotor externo 2 tiene, para ello, conjuntos de polos 16, que giran en relación con un conjunto de estator 18. Como resultado de esta rotación, se genera una corriente que se genera en devanados o se reenvía, en relación con la cual solo se indican las cabezas de devanado 20 en la figura 2. La figura 2 es una vista en sección en perspectiva, con algunas superficies cortadas, a saber, las del conjunto de estator 18 y también del pasador receptor 8 que no se muestran sombreadas. Sin embargo, el conjunto de polos 16 mostrado se muestra en una vista lateral, que resulta de

una división real del rotor externo 2.

Del rotor externo 2, la figura 2 muestra solo una mitad del rotor externo 22. La mitad del rotor externo 22 tiene una brida de conexión 24 para la conexión a otra mitad del rotor externo 22. En el ejemplo que se muestra en la figura 2, esta brida de conexión sobresale más allá de la anularidad básica y más allá de la dimensión de dicho anillo del rotor externo 2. Cabe señalar que el generador síncrono 1 está provisto para una turbina eólica sin engranajes y, por lo tanto, es de baja velocidad. Por lo tanto, cualquier resistencia al viento a través de esta brida de conexión saliente 24 no es problemática para el funcionamiento del generador síncrono 1. Además, el rotor externo 2 y, por lo tanto, también la brida de conexión 24 pueden proporcionarse en una cubierta de cubo o en una carcasa de buje, con la que gira conjuntamente.

La figura 2 también muestra un pasador de eje 26 en el cuello, que está conectado de forma fija al pasador de montaje 8 y el pasador de montaje de eje 8 y que puede llevar de forma giratoria el cubo de rotor 12 fuera de la vista de la figura 2 a través de un cojinete de pivote correspondiente. Debido a que el cubo de rotor 12 está conectado fijamente al rotor externo 2 a través de la brida de cubo 14 en el estado ensamblado, el rotor externo 2 también está soportado sobre el mismo.

La figura 3 muestra el generador síncrono de la figura 2 en una vista en sección lateral, hasta el estator 4 y otras partes estacionarias, a saber, el pasador receptor 8 y el pasador de eje 26 se muestran en sección. Entre el conjunto de polos de rotor 16 y el conjunto de estator 18, se forma un espacio hueco 28, que determina la dimensión de transporte del generador síncrono 1. En el ejemplo que se muestra, el diámetro del espacio hueco es de 5 m. En aras de la simplicidad, se desprecia aquí que el espacio hueco como tal tiene un grosor de unos pocos milímetros. En ese sentido, el diámetro exterior del estator 4, que corresponde al diámetro del espacio hueco despreciando el grosor del espacio hueco, determina el ancho de transporte. Para el transporte, las dos mitades del rotor externo 22, una de las cuales se muestra en cada caso en las figuras 2 y 3, pueden así retirarse del generador síncrono 1 y la dimensión máxima sigue siendo el diámetro exterior del estator 4, es decir, el diámetro exterior en la región del conjunto de estator 18.

Al ensamblar el generador síncrono 1 después del transporte, las dos mitades exteriores del rotor 22 se pueden conectar entre sí a través de la brida de conexión 24. Posteriormente, el cubo de rotor 12 puede asegurarse de manera fija a la brida de cubo 14 con el rotor externo 2, que ahora está compuesto por las dos mitades exteriores del rotor 22. Aquí, se puede proporcionar un cojinete del cubo de rotor 12 en el pasador de eje 26, mediante el cual al mismo tiempo, al menos parcialmente, se almacena el rotor externo 2.

La figura 4 muestra esquemáticamente un estator 404 en una vista axial esquemática, en la que el estator 404 es muy similar al estator 4 de las figuras 2 y 3. En la figura 4 solo se muestra el estator 404 y su diámetro exterior 430 determina así la dimensión máxima y, por lo tanto, el ancho necesario cuando se transporta en un vehículo.

En la figura 5 adyacente al estator 404 de una pieza, se muestra un rotor externo dividido, cada uno con una mitad del rotor externo 422 en una vista lateral axial. La figura 5 ilustra el conjunto de las dos mitades del rotor externo 422, que se mueven una hacia la otra de acuerdo con las flechas mostradas y de ese modo reciben el estator 404 en sí mismo. Para la fijación, las bridas de conexión 424 de las dos mitades del rotor externo 422 se mueven una hacia la otra y luego se atornillan. En la figura 5 se puede ver que el requisito de espacio para transportar el estator 404 disminuye como resultado de esta simple medida, a saber, el desmontaje del rotor externo en dos segmentos desmontables. Las dos mitades exteriores 422 se pueden transportar bien en el estado desmontado que se muestra.

La figura 6 muestra una manera posible de colocar las dos mitades del rotor externo 422 una dentro de otra para ocupar lo menos posible. Las dos mitades del rotor externo 422 se colocan cada una con una pata 432 en una región interna semicerrada 434 de la mitad del rotor externo respectivo 422. Una pata 432 es en particular una porción de la mitad del rotor externo 422, que termina en una brida de conexión 424.

Tal disposición puede proporcionar un ancho de transporte 436 que corresponde al tamaño del diámetro exterior 430 del estator 404, o al menos no lo excede.

Para poder lograr tal encaje mutuo como se muestra en la figura 6, las mitades del rotor 422 están formadas cada una como segmentos de anillo con un grosor radial máximo 438, que en el ejemplo mostrado se determina en última instancia por la extensión de la brida de conexión 424. Este grosor radial 438 debe ser más pequeño que un diámetro libre interno 440 del rotor externo 402.

La figura 7 muestra una realización según la invención de un generador síncrono 701 en una vista axial esquemática. Este generador síncrono 701 tiene un estator 704 y un rotor externo dividido. El rotor externo dividido tiene un gran segmento de rotor 742 y dos pequeños segmentos de rotor externo 744. Para el transporte, los pequeños segmentos de rotor externo 744 se desmontan y se muestran por separado en la figura 7. Al desmontar estos dos pequeños

segmentos de rotor externo 744, el diámetro o el ancho del generador síncrono 701 se limita en un área al diámetro exterior 730 del estator 704. Tal limitación o reducción, en el ancho del generador síncrono 701 al valor del diámetro 730 del estator 704, se puede conseguir sin que el rotor externo tenga que desmontarse por completo. El desmontaje de dos pequeños segmentos de rotor externo puede ser suficiente. El estator 704 junto con los dos grandes segmentos de rotor externo 742 forma esencialmente una sección de transporte principal. En el ejemplo mostrado, el rotor externo 702 tiene polos de rotor 746, en donde los dos pequeños segmentos de rotor externo 744 tienen, cada uno, 12 polos y los dos grandes segmentos de rotor externo 742 tienen, cada uno, 24 polos.

Para la fijación, los dos segmentos de rotor externo más pequeños 744 tienen cada uno una brida secante 748. En el generador síncrono restante 701, se proporciona de forma correspondiente una contrabrida respectiva 750. Como resultado, el generador síncrono 701 ya tiene una estabilidad relativamente alta incluso con pequeños segmentos de rotor externo 744 desmontados, porque las contrabridas 750 y otros elementos sin unión al segmento de rotor externo pequeño respectivo 744 conectan los dos restantes en los segmentos de rotor externo 742 del generador síncrono 701. Las bridas secantes 748 y las contrabridas correspondientes 750 pueden formarse como bridas de conexión planas y, de este modo, crear una forma relativamente simple de unir los pequeños segmentos de rotor externo 744 al generador síncrono restante 701. Al mismo tiempo, esto crea una conexión estable, que también se puede comprobar con relativa facilidad, en particular mediante observación.

En la vista en perspectiva de la figura 8 del generador síncrono 701, queda clara una realización encapsulada básicamente preferida del rotor externo 702. Por lo tanto, una realización encapsulada representa no solo en la variante mostrada, sino generalmente una realización preferida. Los dos segmentos de rotor externo pequeños 744 forman solo una porción muy pequeña del rotor externo total 702. Se puede ver que, en cualquier caso, para el transporte del generador síncrono 701, el desmontaje de los dos segmentos de rotor externo pequeños 744 apenas influye en la estabilidad de la construcción del rotor externo 702. Mediante una carcasa externa generalmente rígida 752 del rotor externo 702 ya se le da una alta estabilidad.

En esta carcasa rígida 752, las dos contrabridas 750 están formadas y preparadas para la conexión a las bridas secantes 748. También se puede ver en la figura 8 que las bridas secantes 748 tienen buena accesibilidad para el montaje y desmontaje. Los dos pequeños segmentos de rotor externo 744 están reforzados en su estabilidad por una porción de carcasa 754.

Para montar el generador síncrono 701 en una turbina eólica, se proporciona una brida de cubo 714 en la que el rotor aerodinámico se puede sujetar de manera simple.

La figura 9 muestra en su vista en sección esquemática del generador síncrono 701 que su estructura es muy similar a la mostrada en las figuras 2 y 3. De nuevo, un estator 704 está provisto de un conjunto de estator 718 y cabezas de devanado 720. Además, el rotor externo 702 como se muestra en la figura 9 tienen conjuntos de polos 716, que giran en relación con el conjunto de estator 718. Para fines de montaje también se proporcionan un pasador receptor 708 y un pasador de eje 726 fijado al mismo. La realización inventiva de las figuras 7 a 9 difiere del ejemplo comparativo de las figuras 2 y 3 esencialmente por el tipo de división del rotor externo 2 y 702. Según el ejemplo comparativo de las figuras 2 y 3, se propone una subdivisión en dos mitades de rotor externo sustancialmente idénticas 22, mientras que las realizaciones de las figuras 7 a 9 solo sugieren el desmontaje de dos pequeños segmentos de rotor externo 744.

Por lo tanto, se propone un generador síncrono con el mayor diámetro de espacio hueco posible mientras se mantiene un ancho de transporte máximo predeterminado, especialmente cuando se mantiene un ancho de transporte de 5 m. El esfuerzo de separación de los componentes del generador se mantiene baja. Además, se propone una división optimizada para el transporte de los componentes del generador.

Se elimina un alto nivel de cableado y esfuerzo de bobinado en un punto de desconexión del estator, en el que, en particular, un sistema trifásico o incluso dos sistemas trifásicos deben dividirse y volverse a montar en el sitio de instalación de turbina eólica. En consecuencia, el circuito y el esfuerzo de bobinado se pueden reducir en uno o más puntos de separación correspondientes. El número de posibles puntos de separación también se reduce.

El estator se implementa sin separación. El rotor, a saber, el rotor electromagnético del generador síncrono se divide en al menos cuatro elementos. Básicamente, un rotor y un circuito en serie de los polos o zapatas de polo propuestos cuando esto es excitado por separado. Esto reduce el esfuerzo de separación cuando se separa dicho rotor, al menos en comparación con la separación de un sistema de voltaje de CA multifásico a un estator. Como resultado, entre otras cosas, se propuso una distribución optimizada para el transporte. En particular, en las realizaciones mostradas en las figuras 7 a 9, se propone un transporte común del estator y una parte del rotor, en el que solo dos partes laterales del rotor deben transportarse mediante un transporte adicional.

REIVINDICACIONES

1. Generador síncrono (701) para una turbina eólica sin engranajes (100), que comprende
- un estator (704),
- un eje de rotación y
- como rotor (702), un rotor externo de varias partes (702),
en el que al menos dos segmentos de rotor (744) del generador síncrono (701) son extraíbles para el transporte desde el generador síncrono (701),
caracterizado porque el estator (704) no está dividido, el rotor (702) se compone de polos de rotor individuales, en el que cada polo de rotor lleva un devanado de CC y cuando los al menos
dos segmentos de rotor (744) se han retirado,
- en una dirección transversal, transversal al eje de rotación del estator (704) forma la dimensión más grande del generador síncrono (701) y
- en una dirección longitudinal, transversal al eje de rotación y transversal a la dirección transversal del rotor forma la dimensión más grande del generador síncrono (701).

2. Generador síncrono (701) según la reivindicación 1,
caracterizado porque el rotor (702) es excitado externamente.

3. Generador síncrono (701) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2,
caracterizado porque el generador síncrono (701) está diseñado como un generador de anillo y/o tiene al menos 43, al menos 72, en particular al menos 192 polos de estator y/o un generador de 6 fases (701) y/o porque el estator (4) del generador síncrono (1) tiene un devanado continuo.

4. Generador síncrono (701) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un diámetro exterior del estator (704) de más de 4,3 m, en particular más de 4,7 m, en particular aproximadamente 5 m.

5. Generador síncrono (701) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque el rotor (2) tiene un espacio interior libre con un diámetro interior libre y los segmentos del rotor (744) están diseñados como segmentos de anillo con un grosor radial (438) que es más pequeño es mayor que el diámetro libre (440), en el que el grosor radial (438) es menor de 0,8 veces el diámetro interno libre (440), en particular menor de 0,7 veces el diámetro interno libre (440).

6. Generador síncrono (701) según la reivindicación 5,
caracterizado porque los segmentos de rotor (22) están provistos de diferentes números de polos de rotor.

7. Generador síncrono (701) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por una potencia nominal de al menos 500 kW, al menos un MW, en particular de al menos dos MW.

8. Turbina eólica (100) con un generador síncrono (701) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

9. Disposición de transporte para transportar un generador síncrono parcialmente desmontado según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende una sección de transporte principal que comprende el estator (704) del generador síncrono (701) y

- al menos dos de los segmentos de rotor desmantelados del generador síncrono (744), en la que
- los al menos dos segmentos de rotor (744) del generador síncrono (701) se retiran para el transporte desde el generador síncrono (1), de modo que
- en una dirección transversal, transversal al eje de rotación del estator (704) forma la dimensión más grande del generador síncrono (701) y
- en una dirección longitudinal, transversal al eje de rotación y transversal a la dirección transversal del rotor forma la dimensión más grande del generador síncrono (701).

10. Disposición de transporte según la reivindicación 9,
caracterizada porque la sección de transporte principal comprende al menos dos segmentos de rotor adicionales (742) que están montados en el generador síncrono (701), en la que la sección de transporte principal
- en una primera dirección tiene un ancho que corresponde al diámetro exterior del estator (704), y
- en una segunda dirección tiene una longitud que corresponde al diámetro exterior del rotor (702).

11. Un método para transportar un generador síncrono (701) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende las etapas de

- desmontar al menos dos segmentos de rotor extraíbles (744) del generador síncrono (701) de modo que el generador síncrono (701) se reduzca en una dirección a un ancho que corresponda al diámetro exterior del estator (704),
- cargar el generador síncrono (701), que ha sido reducido por los segmentos de rotor desmantelados (744), en un vehículo de transporte,
- transportar del generador síncrono (701) a un sitio de instalación de una turbina eólica (100), en el que los segmentos de rotor desmontados (744) se transportan al sitio de instalación por separado en el mismo vehículo o por separado en un vehículo separado, y
- montar los segmentos de rotor desmontados (744) en el generador síncrono (701) en el sitio de instalación de la turbina eólica (100).

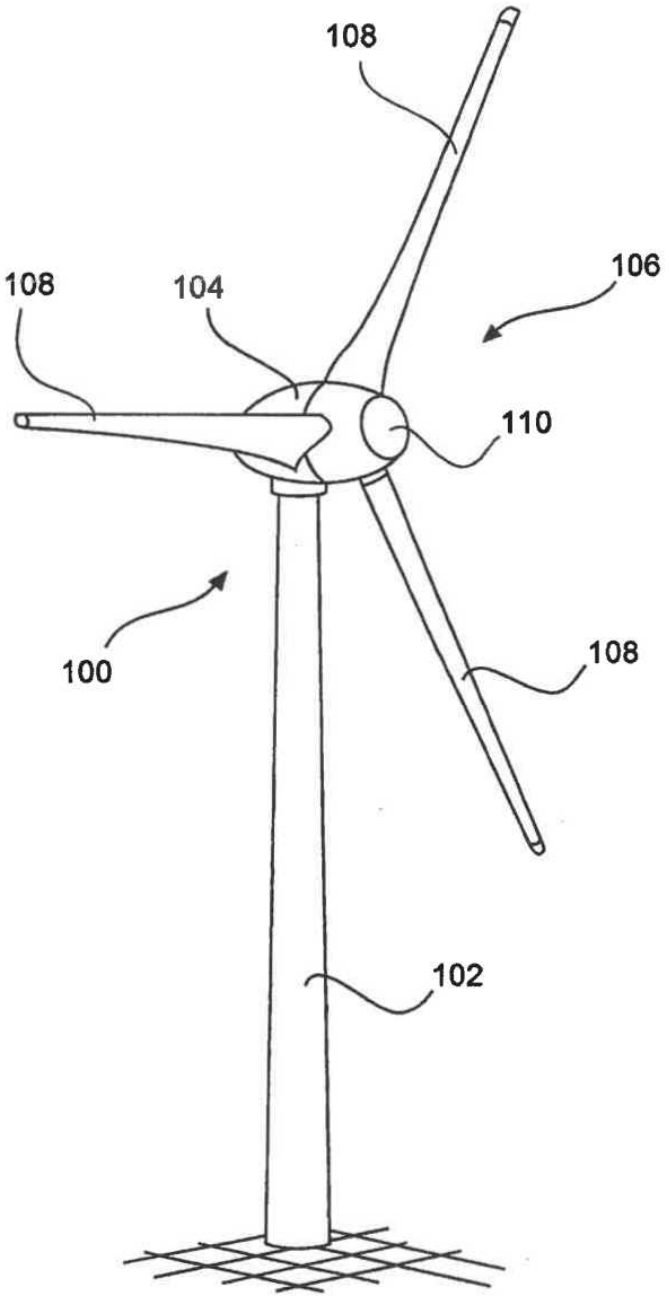

Fig. 1

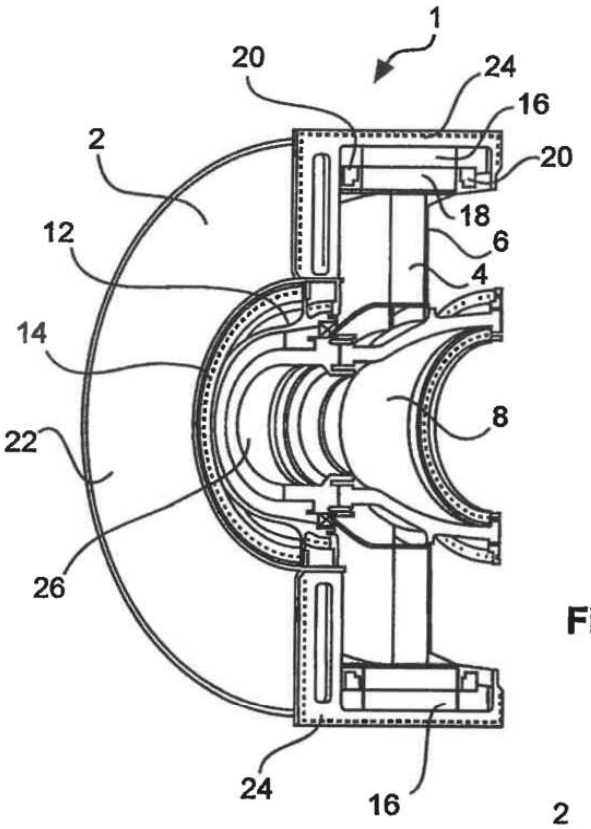
1
20
24
16
2
20
18
12
6
4
14
8
22
26
24
16

Fig. 2

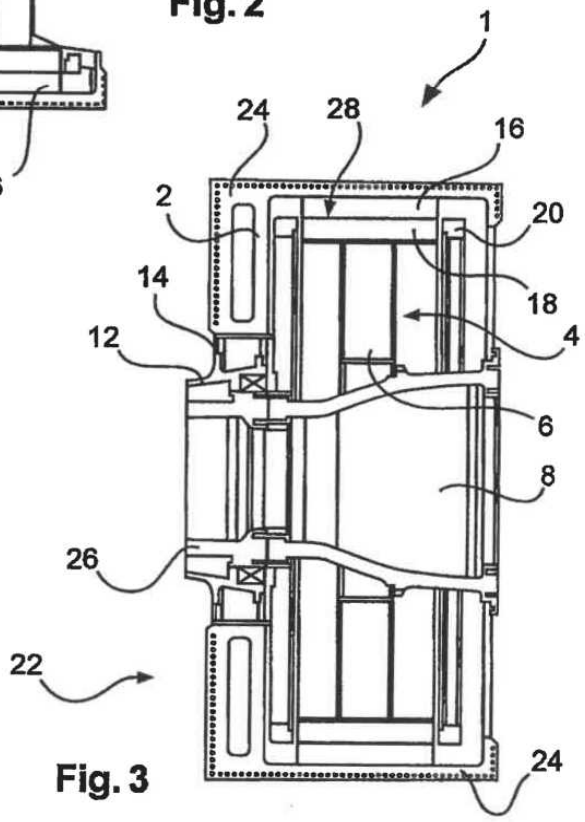
1
24
28
16
2
20
14
18
12
4
6
8
26
22
24

Fig. 3

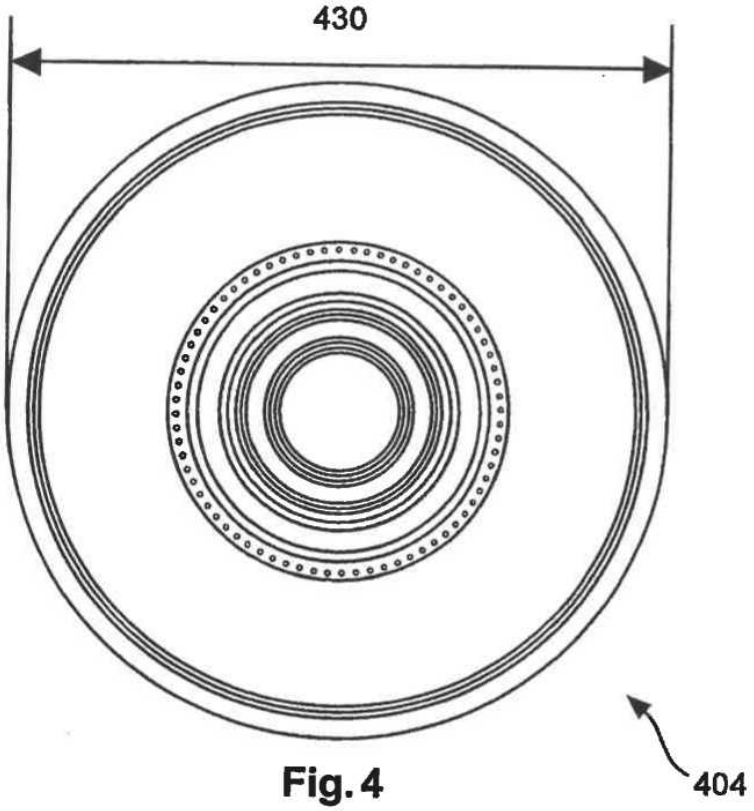

Fig. 4

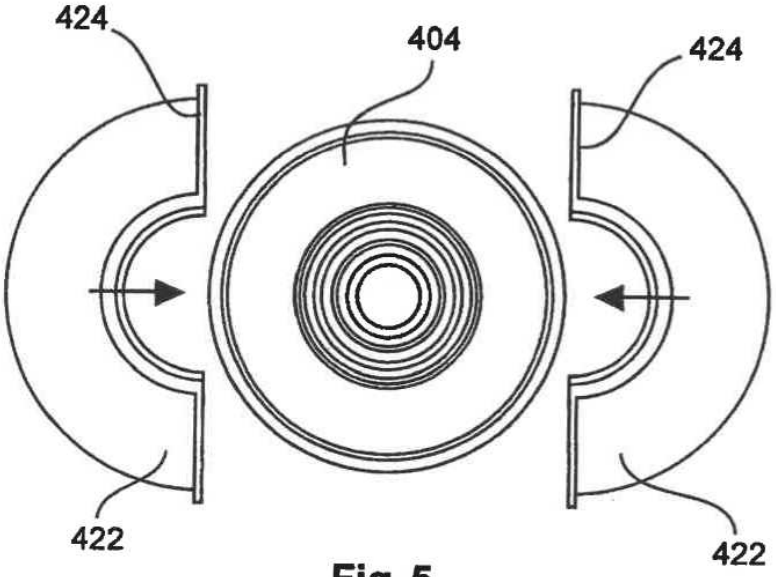

Fig. 5

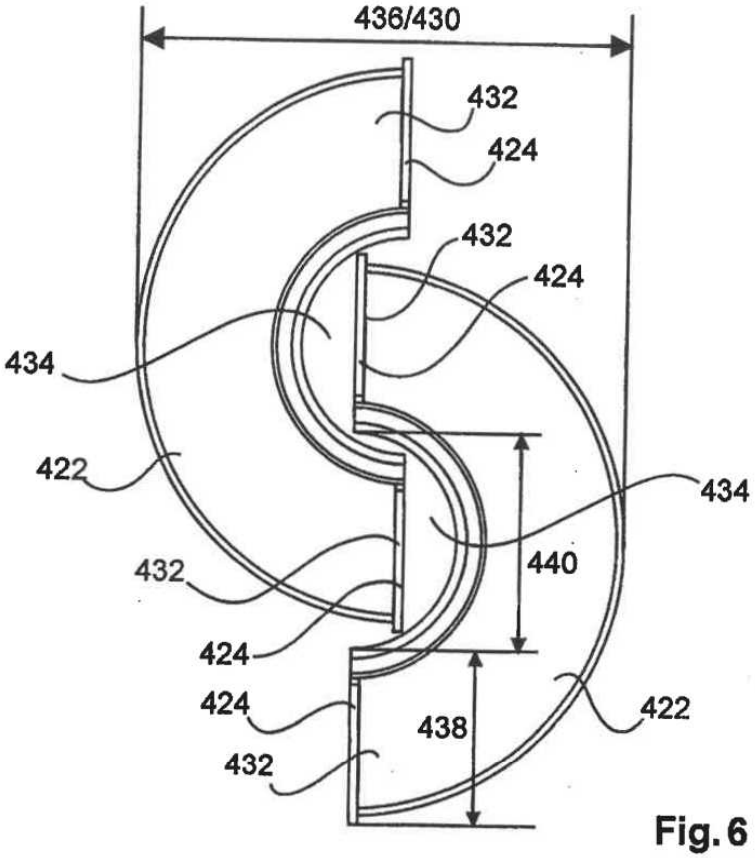
436/430
432
424
432
424
434
422
434
440
432
424
424
438
422
432

Fig. 6

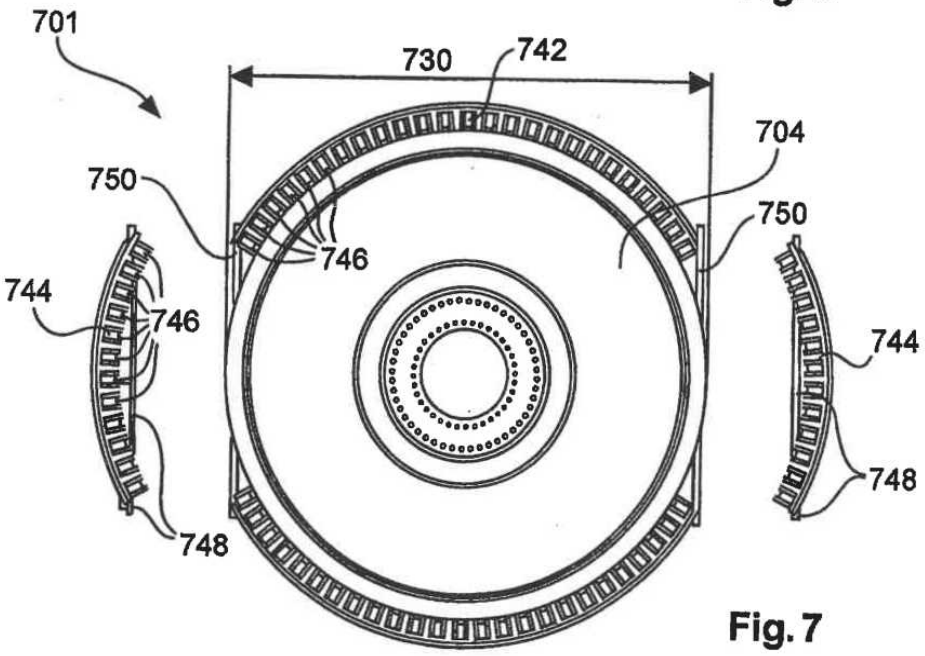
701
730
742
704
750
750
746
744
746
744
748
748

Fig. 7

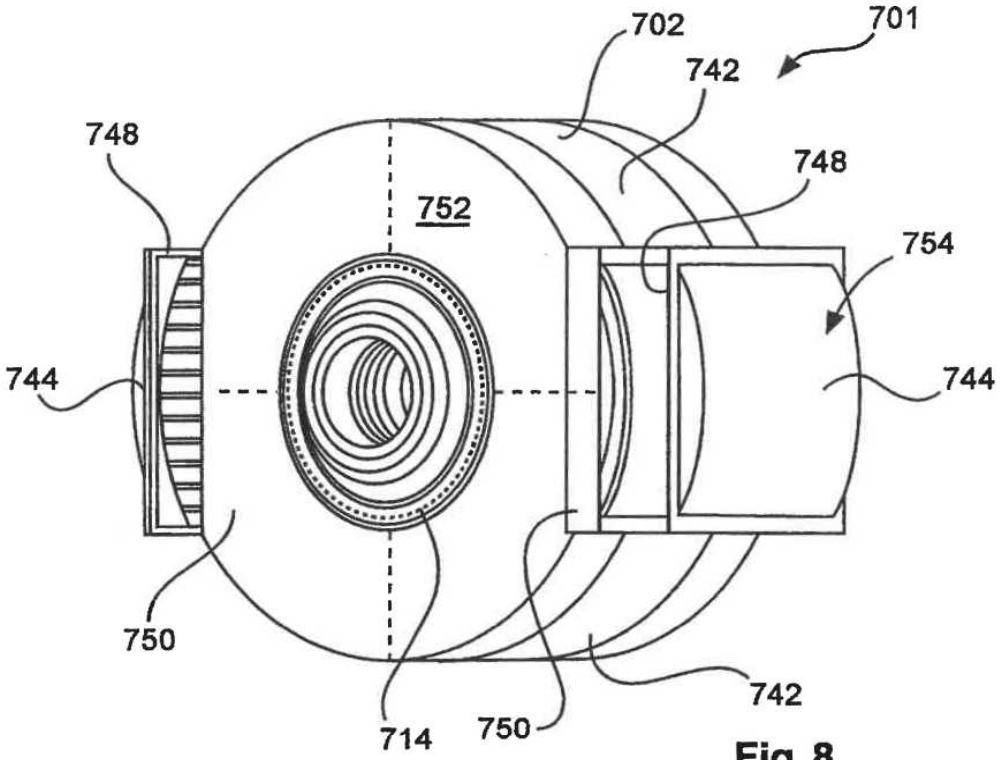
702
701
742
748
748
752
754
744
744
750
742
714
750

Fig. 8

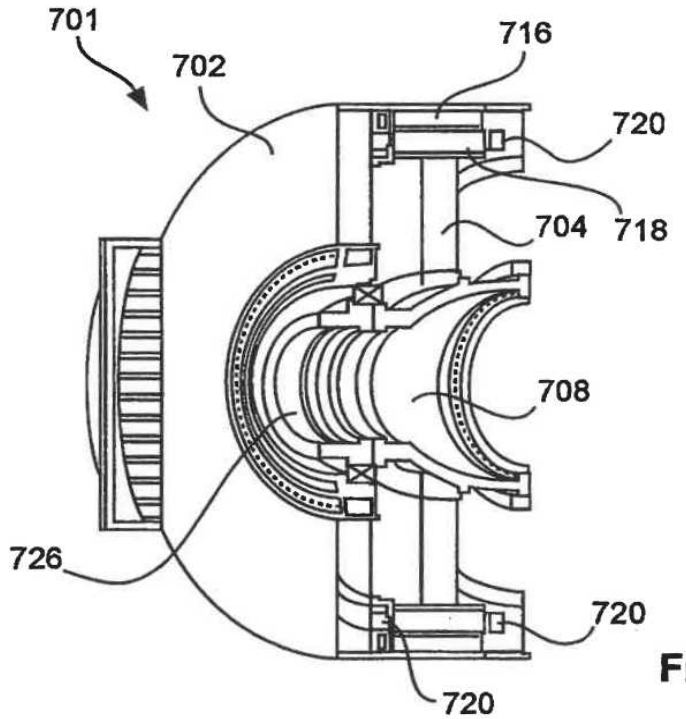
701
716
702
720
704
718
708
726
720
720

Fig. 9