

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 876**

51 Int. Cl.:

**F03D 9/00** (2006.01)

**H02K 1/20** (2006.01)

**H02K 9/04** (2006.01)

**H02K 7/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2004 E 04016782 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 1586769**

54 Título: **Cabeza de torre de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

**16.04.2004 DE 102004018758**

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

**06.03.2015**

73 Titular/es:

**VENSYS ENERGY AG (100.0%)  
IM LANGENTAL 6  
66539 NEUNKIRCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**KLINGER, FRIEDRICH, PROF. DR.-ING.**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 530 876 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**

Cabeza de torre de una instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a una cabeza de torre de una instalación de energía eólica con un generador accionado por el rotor de la instalación de energía eólica, sin interconexión de una transmisión, y con dispositivos para conducir un flujo de medio refrigerante que evacua el calor perdido del generador, presentando el paquete de estator del generador uno o varios canales que conducen el flujo de medio refrigerante a través del paquete de estator y presentando los dispositivos para conducir el flujo de medio refrigerante un circuito de medio refrigerante cerrado  
10 que está dispuesto exclusivamente dentro de la cabeza de torre y en el que está previsto un intercambiador de calor.

Las instalaciones de energía eólica deben conseguir potencias eléctricas lo más altas posibles, manteniendo un peso bajo y dimensiones pequeñas en lo posible. Este requerimiento relativo a una alta densidad de potencia hace necesaria una refrigeración más eficiente de los generadores, como se divulga, por ejemplo, en el documento DE19636591A1 del solicitante.  
15

Una cabeza de torre del tipo mencionado al inicio es conocida por el documento WO01/21956A1. A través de un paquete de estator están guiados conductos de refrigeración de líquido refrigerante que se enfría por circulación de aire a través de un intercambiador de calor dispuesto en un canal de aire previsto en la cabeza de torre para enfriar el intercambiador de calor.  
20

Como se explica en el documento EP1200733B1, el enfriamiento se realiza usualmente mediante el aire exterior aspirado que circula alrededor o a través del generador y evacua el calor hacia fuera. En este caso, la humedad y el contenido de sal del aire exterior producen una fuerte corrosión y, por consiguiente, afectan la vida útil de los generadores. Con el fin de solucionar este problema, el documento EP1200733B1 propone formar un circuito de refrigeración dentro de la instalación de energía eólica, que utiliza sólo el aire interior, evacuándose hacia fuera el calor a evacuar a través de la pared de la torre y/o la pared de la cabeza de torre.  
25

La presente invención tiene el objetivo de crear una cabeza de torre nueva que permita seguir aumentando la eficiencia y mejorando la durabilidad de las instalaciones de energía eólica.  
30

Este objetivo se consigue mediante las características de la reivindicación 1.

El intercambiador de calor transfiere el calor procedente del circuito de medio refrigerante al aire frío que circula a través del intercambiador de calor. Dado que el intercambiador de calor sobresale hacia fuera, el aire exterior puede entrar libremente en el mismo.  
35

Las ranuras de refrigeración según la invención posibilitan una refrigeración más intensa, por lo que se puede conseguir una alta densidad de potencia, es decir, una alta potencia eléctrica con un generador de pequeñas dimensiones y bajo peso. En particular, se puede conseguir una distribución uniforme de la temperatura en el paquete de estator y en los devanados de estator, incluidos los cabezales de arrollamiento. Se pueden duplicar los índices determinantes para la densidad de potencia de generadores, como el número de Esson o el empuje rotacional que es usualmente de 25 a 30 kN/m<sup>2</sup>.  
40

Preferentemente, al menos una ranura se extiende como canal en dirección circunferencial, así como en sentido radial respecto al eje de giro del rotor a través del paquete de estator y está abierta hacia el entrehierro entre el paquete de estator y el rotor. Un flujo de medio refrigerante, preferentemente un flujo de aire refrigerante, se puede conducir por delante de los cabezales de arrollamiento del devanado de estator hacia el entrehierro y del entrehierro hacia la ranura o viceversa, provocando una refrigeración intensa del estator. El flujo de medio refrigerante circula aquí preferentemente alrededor de los cabezales de arrollamiento.  
45  
50

Preferentemente, varias ranuras, que se extienden en dirección circunferencial del paquete de estator y en sentido radial y están dispuestas a una distancia axial, discurren de manera conveniente en paralelo entre sí.

55 En el caso del generador se trata preferentemente de un generador sincrónico multipolar con rotor exterior o interior, estando unido el rotor de manera rígida con el rotor de la instalación de energía eólica, sin la interconexión de una transmisión. El rotor forma convenientemente una sección de la superficie exterior de la cabeza de torre, de modo que el aire exterior circula directamente alrededor del mismo, lo que contribuye además a la refrigeración del generador y reduce ventajosamente además la intensidad del flujo de medio refrigerante requerido.  
60

Las ranuras crean preferentemente una conexión de flujo entre un espacio de flujo exterior y un espacio de flujo interior, estando formado el espacio de flujo exterior entre una estructura portante, que soporta el paquete de estator y el rotor de la instalación de energía eólica, y una pared exterior de la cabeza de torre y estando formado el espacio de flujo interior dentro de la estructura portante.  
65

En otra forma de realización de la invención, la estructura portante forma un espacio anular que está delimitado externamente por el paquete de estator y está en conexión de flujo con el espacio interior de una sección tubular de la estructura portante concéntrica respecto al eje de giro del rotor de la instalación de energía eólica. El flujo de medio refrigerante puede entrar así desde el espacio de flujo exterior a través de las ranuras del paquete de estator en el espacio anular y desde aquí en el espacio de flujo interior restante, formado por la estructura portante.

En otra configuración de la invención están previstos dispositivos para conducir el flujo de medio refrigerante de tal modo que el flujo de medio refrigerante puede entrar por ambos lados del paquete de estator en el entrehierro entre el paquete de estator y el rotor. Esto garantiza una refrigeración uniforme del estator, en particular de los cabezales de arrollamiento.

Como dispositivos de conducción se tienen en cuenta canales de flujo que atraviesan el espacio anular mencionado y que conducen a otro espacio delimitado por la estructura portante, el rotor, y otra estructura portante que une el rotor de la instalación de energía eólica con el rotor. Las formas de realización con tales canales de flujo se tienen en cuenta en particular si para el apoyo del rotor de la instalación de energía eólica se utiliza un único cojinete que está dispuesto en el extremo libre de la sección tubular mencionada de la estructura portante y puede absorber pares de giro. La otra estructura portante puede estar formada por una pared frontal que sobresale de manera anular del buje del rotor de la instalación de energía eólica y presenta un acodado de borde exterior que forma una estructura portante para los imanes del rotor.

En otra configuración de la invención está prevista en el circuito de refrigeración al menos una rueda de ventilador que mantiene el medio refrigerante en circulación.

En otra forma de realización preferida de la invención están previstos dos intercambiadores de calor dispuestos a distancia uno de otro, entrando en direcciones opuestas el flujo de medio refrigerante del circuito de refrigeración en los intercambiadores de calor desde un espacio intermedio situado entre las unidades de intercambiador de calor o saliendo de los intercambiadores de calor hacia el espacio intermedio.

En otra configuración de la invención, el circuito de medio refrigerante presenta un ramal paralelo para enfriar un sistema electrónico de control instalado en la cabeza de torre. Alternativamente, el sistema electrónico de control podría estar dispuesto también en serie respecto al generador en el circuito.

La cabeza de torre puede presentar además un dispositivo de bombeo/filtrado que somete el espacio interior de la cabeza de torre a una sobrepresión. Por tanto, el aire exterior no puede entrar en la cabeza de torre por el entrehierro situado entre el rotor exterior y la pared exterior de la cabeza de torre. El dispositivo de bombeo puede estar combinado con un dispositivo de filtrado y puede aspirar aire de un espacio anular que colinda con el entrehierro. Esto permite reducir a un mínimo el porcentaje de aire aspirado del exterior, dado el caso húmedo o salado.

La geometría del canal o de los canales de los distribuidores de la generación de calor dentro del paquete de estator está adaptada convenientemente de tal modo que mediante el flujo de medio refrigerante se consigue una distribución uniforme de la temperatura en el paquete de estator.

La amplitud, la cantidad y la distancia entre las ranuras radiales varían preferentemente de modo que se consigue una distribución uniforme de la temperatura en el paquete de estator.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de un ejemplo de realización y de los dibujos adjuntos que se refieren a este ejemplo de realización. Muestran:

- 50 Fig. 1 una cabeza de torre, según la invención, de una instalación de energía eólica en una vista lateral en corte;
- Fig. 2 partes de la cabeza de torre de la figura 1 en una vista trasera en corte;
- Fig. 3 otra representación parcial de la cabeza de torre de la figura 1 en vista en perspectiva;
- Fig. 4 una sección de la vista en corte de la figura 1;
- 55 Fig. 5 una vista lateral, parcialmente en corte, de la cabeza de torre de la figura 1, que muestra sólo los componentes principales de la cabeza de torre;
- Fig. 6 una vista parcial en corte de una cabeza de torre según un segundo ejemplo de realización de la presente invención; y
- Fig. 7 una vista parcial en corte de la cabeza de torre de la figura 6 en representación en perspectiva.

60 Una cabeza de torre 1 de una instalación de energía eólica está montada sobre una torre 3 de manera giratoria alrededor de un eje vertical 2, de modo que la posición de un rotor 4, instalado en la cabeza de torre, se puede adaptar a la respectiva dirección del viento.

65 Para el apoyo del rotor se utiliza un único cojinete de giro 7 adecuado para absorber pares de giro y dispuesto en el extremo libre de una sección tubular 6 de una estructura portante 5 de la cabeza de torre. La cabeza de torre está unida con la torre mediante esta estructura portante 5 y un cojinete 43.

La estructura portante 5 rodea una carcasa que forma una pared exterior 9 de la cabeza de torre dispuesta a distancia de la estructura portante 5.

5 El rotor 4 está unido rígidamente con un rotor exterior 11, que presenta imanes permanentes 42, de un generador sincrónico multipolar mediante una pared frontal 10, sin la interconexión de una transmisión.

10 Un paquete de estator anular 12, separado del rotor exterior 11 mediante un entrehierro 41, con cabezales de arrollamiento 13 está soportado por paredes anulares 14, 15 que están dispuestas a distancia una de otra y de manera concéntrica respecto a la sección tubular 6 y forman partes de la estructura portante 5. Un espacio anular 16, formado entre las paredes anulares 14 y 15, está en conexión de flujo con el espacio interior de la sección tubular 6 mediante una disposición de orificios 17 repartidos en la circunferencia de la sección tubular 6.

15 El paquete de estator 12 presenta ranuras 18, radiales respecto al eje de giro 8, que se extienden en dirección circunferencial del paquete de estator y discurren en paralelo entre sí. Las ranuras 18, dispuestas axialmente a distancia una de otra, crean una conexión de flujo entre un espacio de flujo exterior 19 y un espacio de flujo interior 20, estando formado el espacio de flujo exterior 19 entre la pared exterior de la cabeza de torre formada ampliamente por la carcasa 9 y la estructura portante 5 y estando formado el espacio de flujo interior 20 por la estructura portante hueca 5. Las ranuras se podrían extender de manera continua entre partes anulares de paquete de chapas separadas por toda la circunferencia del estator. Sin embargo, las ranuras están interrumpidas convenientemente por piezas distanciadoras repartidas en la circunferencia.

20 En un orificio 21 de la estructura portante 5 está dispuesta una rueda de ventilador 22, a continuación de la que se encuentra una disposición integrada por dos intercambiadores de calor 23 y 24 que sobresalen de la cabeza de torre. Como se puede observar en la figura 2, el aire transportado por la rueda de ventilador 22 desde el espacio de flujo interior 20 circula hacia un espacio intermedio 25 entre los intercambiadores de calor y desde aquí hacia el espacio de flujo exterior 19 a través de los intercambiadores de calor mediante un canal 26 o 27 respectivamente. Una rueda de ventilador 28 expulsa el aire exterior, que evacua el calor, a través de los intercambiadores de calor. En presencia de temperaturas exteriores suficientemente bajas, el ventilador 28 se puede suprimir o se puede detener el ventilador existente o reducir su potencia. En vez de disiparse el calor sólo por medio de intercambiadores de calor, esto se podría llevar a cabo también única o parcialmente mediante la pared exterior de la cabeza de torre formada por la carcasa 9.

25 El espacio de flujo interior está hermetizado con respecto al rotor de la instalación de energía eólica o a la torre mediante paredes de bloqueo 29 y 30, presentando la pared de bloqueo 30, dirigida hacia la punta de la torre, una tapa de apertura 31.

30 El espacio de flujo interior 20 está además en conexión de flujo con un conducto de flujo 40 conectado a una carcasa 32, en la que están instalados grupos constructivos que comprenden el sistema electrónico de potencia. El aire del espacio de flujo exterior 19 puede entrar en la carcasa 32 a través de ranuras de entrada 33.

35 El número de referencia 34 identifica una unidad de bombeo y filtrado que aspira aire de un espacio anular 35. El espacio anular 35 colinda con un entrehierro 36 formado entre la pared de la carcasa 9 y el rotor 11, estando hermetizado el entrehierro 36 en forma de laberinto. La unidad de bombeo/filtrado 34 genera en el interior de la cabeza de torre una sobrepresión que impide la entrada de aire exterior en la cabeza de torre. Al aspirarse aire del espacio anular para generar una sobrepresión se reduce el porcentaje de aire exterior, dado el caso, cargado de humedad y sal, que se va a aspirar con este fin.

40 La representación detallada de la figura 3 muestra que el espacio anular 16 está atravesado por canales 37. Varios de estos canales 37, repartidos en la circunferencia del espacio anular 16, crean una conexión de flujo con otro espacio anular 38 delimitado por la pared anular 14, la pared frontal 10 y el rotor 11.

45 Como se puede observar además en la figura 3, el paquete de estator 12 está soportado sobre elementos de soporte transversal 39 unidos con las paredes anulares 14 y 15 (no mostrado en la figura 1).

50 Durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica, la rueda de ventilador 22 genera en el interior de la cabeza de torre 1 un circuito de aire refrigerante. El aire frío, procedente de los intercambiadores de calor 23 y 24, circula a través del espacio anular exterior 19 y llega directa, así como indirectamente mediante los canales 37 y el espacio anular 38 a ambos lados del paquete de estator 12. El aire refrigerante pasa por delante de los cabezales de arrollamiento 13 y circula a continuación por ambos lados hacia el entrehierro 41 entre el rotor 11 y el paquete de estator 12.

55 El vacío generado por la rueda de ventilador 22 en el espacio de flujo interior 20 permite que el aire fluya a través de las ranuras 18 hacia el espacio anular 16 y desde aquí hacia el otro espacio de flujo interior 20 a través de los orificios 17. La rueda de ventilador 22 empuja el aire calentado desde el espacio de flujo interior 20 hasta el espacio intermedio 25 entre los intercambiadores de calor 23 y 24. El aire, que fluye en direcciones opuestas a través de los intercambiadores de calor 23 y 24 vuelve a entrar ahora a través de los canales 26 y 27 en el espacio de flujo

exterior 19, parcialmente anular, quedando cerrado así el circuito.

La rueda de ventilador 28 garantiza que el aire exterior circule a través del intercambiador de calor, al que se transfiere calor procedente del circuito de medio refrigerante interior.

5 El rotor 11, que forma directamente una sección de pared exterior de la cabeza de torre, se enfría eficazmente mediante el aire frío circulante.

10 El aire, aspirado mediante el conducto 40, entra en la carcasa 32 desde el espacio de flujo exterior 19 a través de las ranuras 33 y enfría los grupos constructivos del sistema electrónico dispuestos aquí.

El filtro en la unidad de bombeo/filtrado 34 garantiza la eliminación, por ejemplo, de humedad y sal del aire exterior aspirado.

15 La variación de la velocidad de giro de la rueda de ventilador 22 y/o de la rueda de ventilador 28 permite regular de manera deseada la temperatura del generador.

20 Se hace referencia ahora al ejemplo de realización de las figuras 6 y 7, en las que las partes iguales o de igual actuación están identificadas con el mismo número de referencia que en las figuras anteriores, añadiéndose al respectivo número de referencia en cada caso la letra a.

25 En el ejemplo de realización de las figuras 6 y 7, un flujo de medio refrigerante se conduce mediante una ranura 18a, dispuesta en el centro de un paquete de estator 12a, radialmente a través del paquete de estator hacia un entrehierro 41a y desde la ranura 18a a través de canales axiales 45 hacia ambos lados del paquete de estator 12a.

En este ejemplo de realización como en el anterior, el flujo de medio refrigerante se puede transportar de adentro hacia fuera, así como en dirección contraria.

30 La potencia frigorífica de los canales de refrigeración axiales 45 se puede aumentar aún más mediante un nervado.

Como aparece representado en las figuras 6 y 7 con flechas, el medio refrigerante, que sale del entrehierro 41a, circula por el lado superior de los cabezales de arrollamiento 13a, mientras que el medio refrigerante, que sale de los canales 45, circula por los lados inferiores de los cabezales de arrollamiento 13a.

**REIVINDICACIONES**

1. Cabeza de torre (1) de una instalación de energía eólica con un generador (11, 12, 13) accionado por el rotor (4) de la instalación de energía eólica, sin interconexión de una transmisión, y con dispositivos para conducir un flujo de medio refrigerante que evacua el calor perdido del generador, presentando el paquete de estator (12) del generador (11, 12, 13) uno o varios canales (18; 18a, 45) que conducen el flujo de medio refrigerante a través del paquete de estator (12) y comprendiendo los dispositivos para conducir el flujo de medio refrigerante un circuito de medio refrigerante cerrado que está dispuesto exclusivamente dentro de la cabeza de torre (1) en el que está previsto un intercambiador de calor (23, 24), **caracterizada por que** el intercambiador de calor (24, 25) sobresale hacia fuera de la pared exterior de la cabeza de torre (1).
2. Cabeza de torre de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** como canal está prevista al menos una ranura (18) que se extiende en dirección circunferencial y en sentido radial respecto al eje de giro (8) del rotor (11) a través del paquete de estator (12) y está abierta hacia el entrehierro (41) entre el paquete de estator (12) y el rotor (11).
3. Cabeza de torre de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el rotor (11) del generador (11-13) está unido rígidamente con el rotor (4) de la instalación de energía eólica, formando el rotor (11) una sección de la superficie exterior de la cabeza de torre (1).
4. Cabeza de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** las ranuras (18) forman una conexión de flujo entre un espacio de flujo exterior (19) y uno interior (20) de un circuito de medio refrigerante.
5. Cabeza de torre de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** el espacio de flujo exterior (19) está delimitado por una estructura portante (5) que soporta el paquete de estator (12) y el rotor (4) de la instalación de energía eólica y por una pared exterior (9) de la cabeza de torre (1) dispuesta a distancia de la estructura portante (5) y el espacio de flujo interior (20) está formado dentro de la estructura portante (5).
6. Cabeza de torre de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada por que** la estructura portante (5) forma un espacio anular (16) que está delimitado externamente por el paquete de estator (12), que está en conexión de flujo con una sección tubular (6) de la estructura portante (5) concéntrica respecto al eje de giro (8) del rotor (4) de la instalación de energía eólica.
7. Cabeza de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** están previstos dispositivos para conducir el flujo de medio refrigerante de tal modo que el flujo de medio refrigerante puede entrar por ambos lados del paquete de estator (12) en el entrehierro (41) entre el paquete de estator (12) y el rotor (11), circulando preferentemente alrededor de los cabezales de arrollamiento (13), o puede salir del entrehierro (41).
8. Cabeza de torre de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** los dispositivos para conducir el flujo de medio refrigerante presentan al menos un canal de flujo (37) que atraviesa el espacio anular (16).
9. Cabeza de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por que** en el circuito de refrigeración está prevista al menos una rueda de ventilador (22).
10. Cabeza de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por que** están previstos dos intercambiadores de calor (23, 24) dispuestos a distancia uno de otro, entrando el flujo de medio refrigerante del circuito de medio refrigerante en los intercambiadores de calor a través de un espacio intermedio (25) entre los intercambiadores de calor (23, 24) o saliendo de los intercambiadores de calor (23, 24) hacia el espacio intermedio (25).
11. Cabeza de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada por que** el circuito de medio refrigerante presenta un ramal paralelo para enfriar un sistema electrónico de potencia previsto en la cabeza de torre (1).
12. Cabeza de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada por que** está previsto un dispositivo de bombeo (34) para someter la cabeza de torre (1) a una presión interior.
13. Cabeza de torre de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** el dispositivo de bombeo (34) está combinado con un dispositivo de filtrado y aspira aire de un espacio anular (35) que colinda con la hendidura entre el rotor (11) y la pared exterior (9) de la cabeza de torre (1).

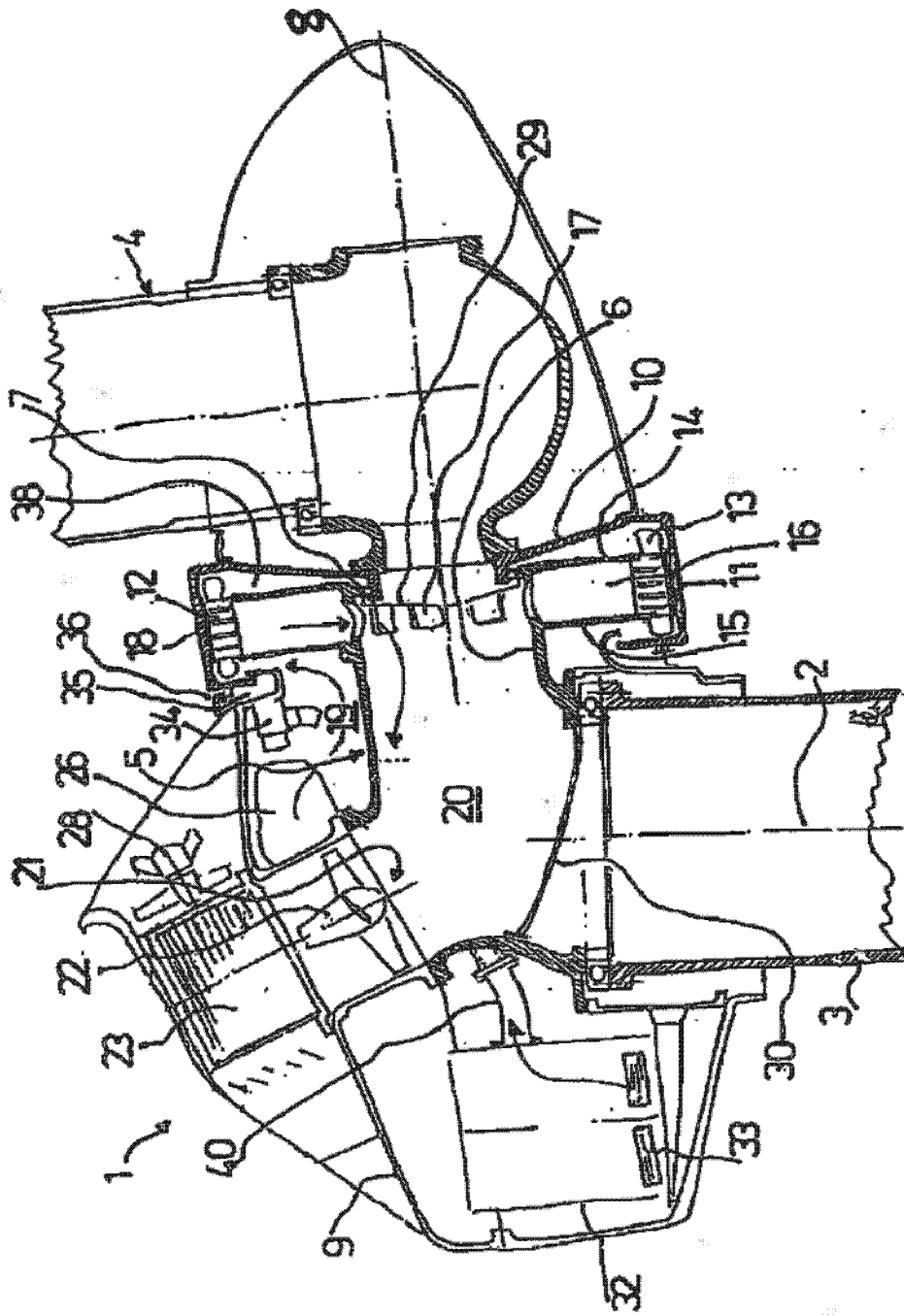


FIG.1

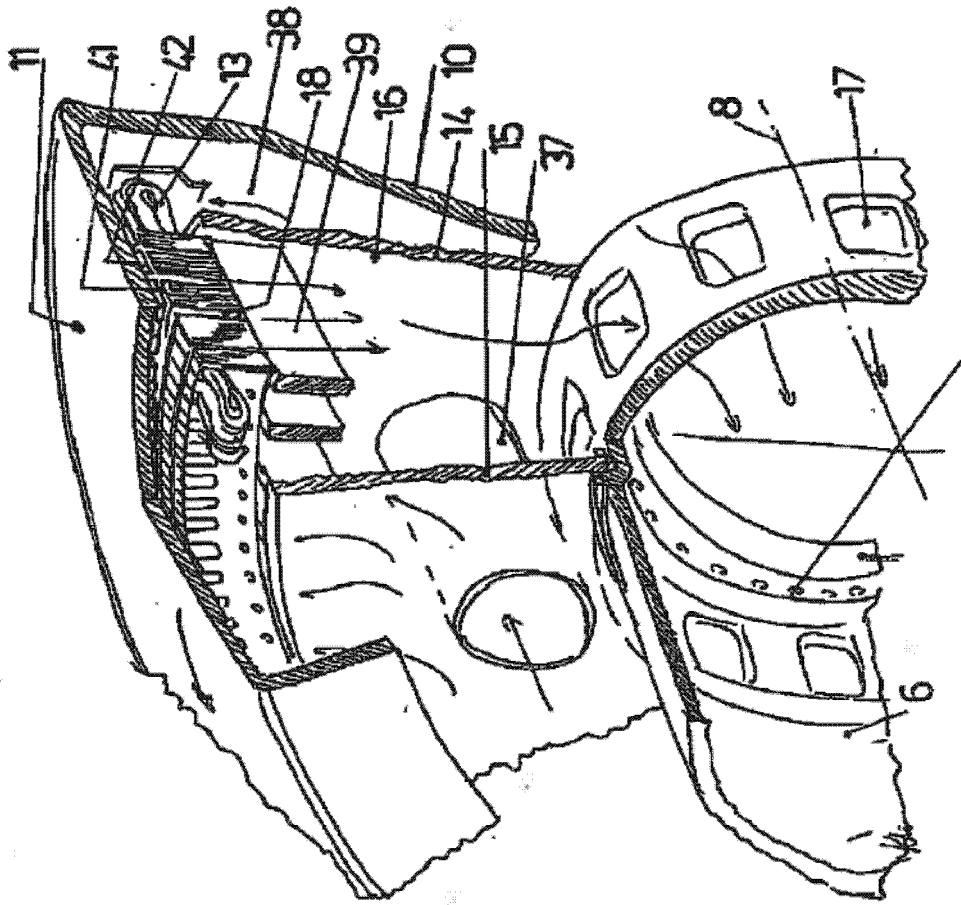


FIG.3

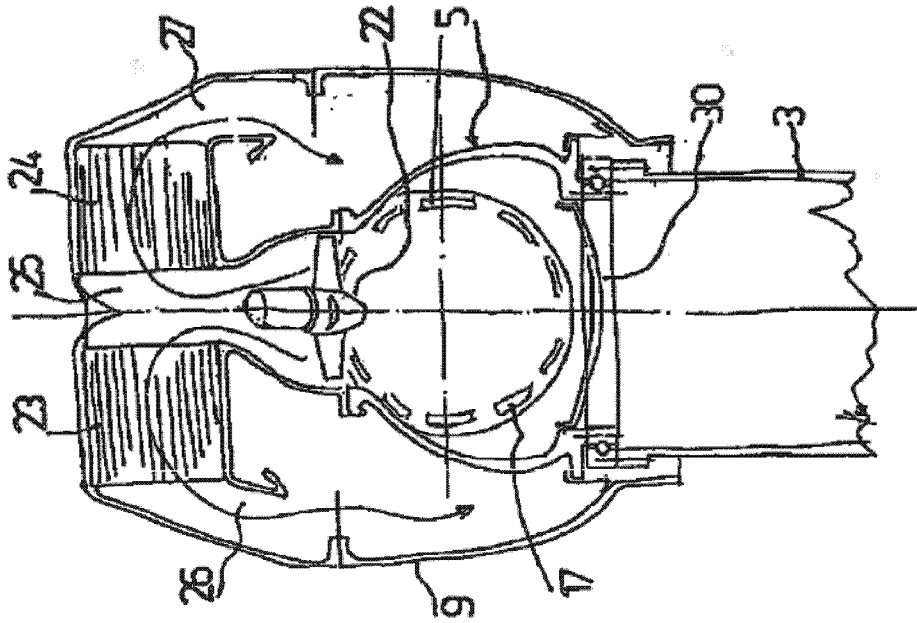


FIG.2



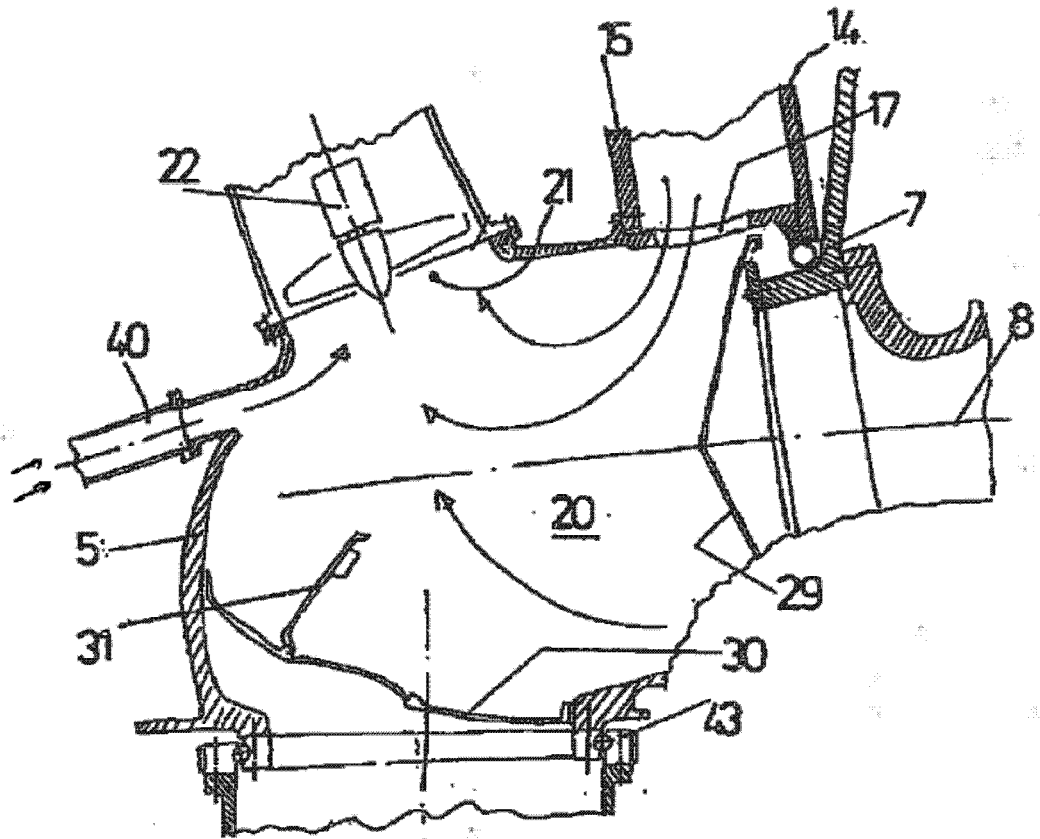


FIG. 4

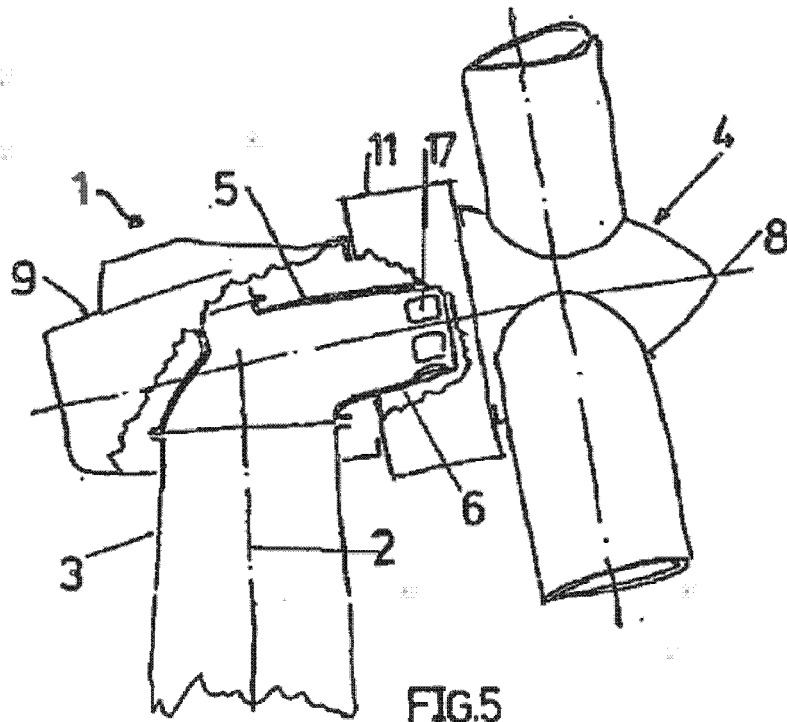


FIG. 5

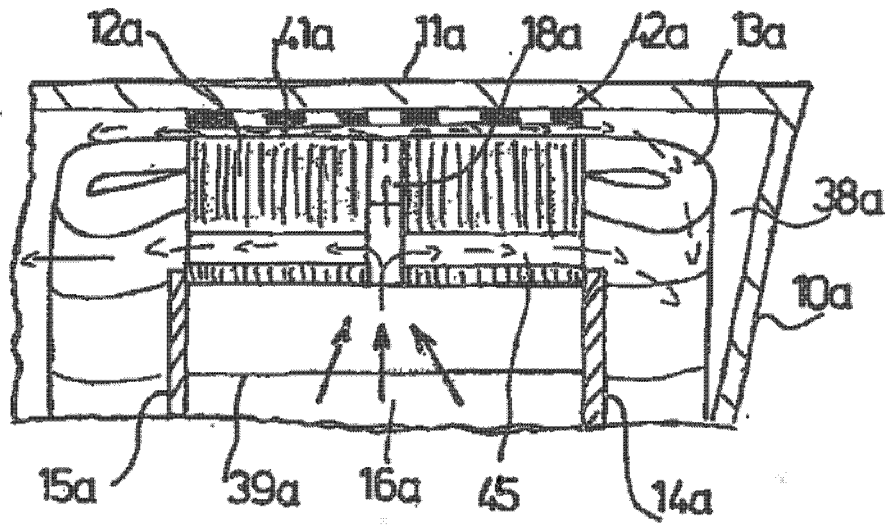


FIG. 6

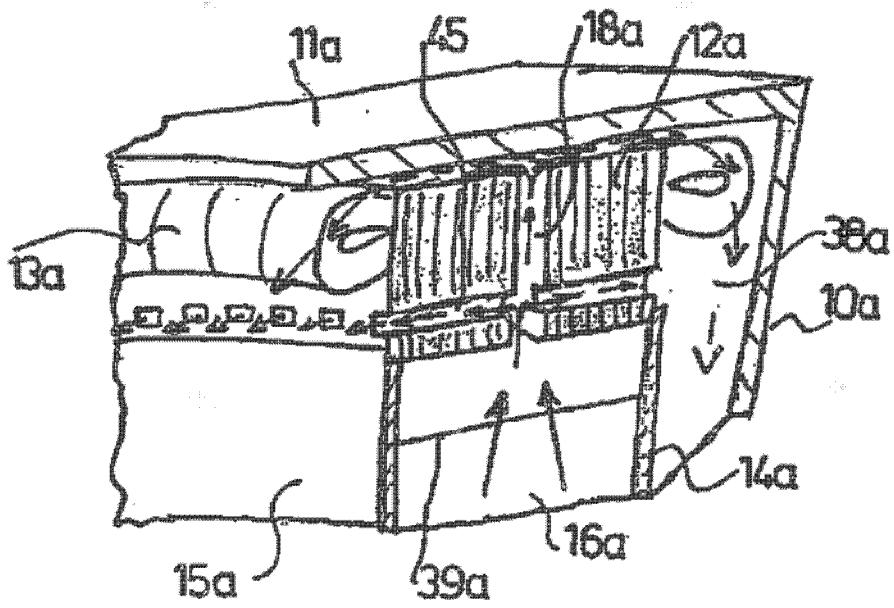


FIG. 7