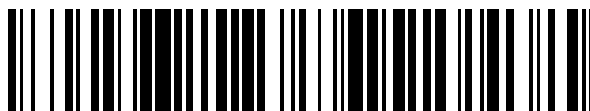


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 410**

51 Int. Cl.:

H02K 7/116 (2006.01)

H02K 15/16 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07734075 .0**

96 Fecha de presentación: **23.03.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2005558**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.12.2008**

54 Título: **GENERADOR ELÉCTRICO PARA TURBINAS EÓLICAS E HIDRÁULICAS.**

30 Prioridad:
30.03.2006 US 788423 P

73 Titular/es:
Clipper Windpower, LLC
6305 Carpinteria Avenue, Suite 300
Carpinteria CA 93013, US

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.02.2012

72 Inventor/es:
HAHLBECK, Edwin, C.

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.02.2012

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

ES 2 375 410 T3

DESCRIPCIÓN

Generador eléctrico para turbinas eólicas e hidráulicas

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud está relacionada con la solicitud de patente US No. 10/773.851 Variable Speed Wind Turbine Technology, que fue presentada el 4 de Febrero de 2.004.; la patente US No. 6.304.002; la solicitud de patente US No. 10/213.764 de Amir S. Mikhail y Edwin C. Hahlbeck, titulada "Improved Distributed Power Train That Increases Electric Power Generator Density", presentada el 7 de Agosto de 2.002; la solicitud de patente US No. 09/920.247, de Peter Stricker, titulada "Distributed Generation Drivetrain (DGD) Controller For Application To Wind Turbine and Ocean Current Turbine Generators" presentada el 31 de Julio de 2.001; la solicitud de patente US No. 10/426.287 Kevin L. Cousineau: Distributed Static VAR Compensation (DSVC) System For Wind And Water Turbine Applications", presentada el 30 de Abril de 2.003, y la solicitud de patente US No. 10/449.342 de Amir S. Mikhail y Edwin C. Hahlbeck, titulada "Improved Distributed Power Train (DGD) with Multiple Power Paths", presentada el 31 de Mayo de 2.003, todas ellas asignadas a Clipper Windpower Technology, Inc..

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere a dispositivos generadores de energía eléctrica, tales como turbinas eólicas y, más particularmente, a un generador eléctrico adecuado para ser alojado en una góndola de turbina eólica que comprende un bastidor de generador posicionado sobre una caja de engranajes y que comprende un estator de dicho generador, un rotor de dicho generador, centrado en un eje de salida de dicha caja de engranajes, y medios para guiar el posicionamiento de dicho bastidor para controlar un espacio de aire entre dicho estator y dicho rotor.

2. Técnica anterior

En una turbina eólica típica, de eje horizontal, hay montada una góndola sobre una torre vertical alta. La góndola aloja mecanismos de transmisión de energía, equipo eléctrico y soporta un sistema de rotor en un extremo. Los sistemas de rotor para turbinas eólicas de eje horizontal incluyen, normalmente, una o más palas fijadas a un cubo de rotor en un eje. El flujo de viento hace girar el rotor, el cual, hace girar un eje principal en la góndola. El eje hace girar los engranajes de la caja de engranajes que transmiten un par de torsión a un generador eléctrico. Típicamente, la góndola pivota alrededor de la torre vertical para aprovechar el viento que fluye desde cualquier dirección. El movimiento de pivote alrededor de este eje vertical, en respuesta a los cambios en la dirección del viento, se conoce como orientación o respuesta de orientación y el eje vertical se conoce como eje de orientación. Conforme el viento pasa más allá de las palas con una velocidad suficiente, el sistema de rotor gira y la turbina eólica convierte la energía eólica en energía eléctrica, por medio del generador. Una salida eléctrica del generador está conectada a una red eléctrica.

Los generadores usados en turbinas eólicas están conectados, normalmente, al eje de salida de la caja de engranajes con un acoplamiento flexible. El generador está montado sobre una estructura de soporte y está calzado o ajustado mediante tornillos para alinear el generador con la caja de engranajes.

Debido a la flexibilidad de las plataformas de gran tamaño, el acoplamiento es expandido a un acoplamiento y un eje intermedio para facilitar una desviación. El rotor del generador está soportado mediante cojinetes situados en el bastidor del generador y requiere lubricación de manera regular.

El documento WO 2004/027260 A1 divulga instalaciones de energía eólica que comprenden un rotor, un eje de rotor, una caja de engranajes y un generador, en las que el generador está materializado como un anillo que comprende, de manera concéntrica, la caja de engranajes. El documento JP 2002 221263 divulga un sistema generador de energía eólica, comprendiendo el sistema una caja de engranajes, dispuesta entre un rotor que gira debido a la energía eólica, y un generador. El documento DE 101 14 609 A1 divulga un dispositivo de transmisión de par de torsión para una turbina eólica que comprende un rotor con al menos una pala de rotor. La turbina eólica comprende además una caja de engranajes con al menos una etapa reductora, en la que el eje de entrada de la caja de engranajes puede estar acoplado con un generador. El documento DE 296 09 794 U1 divulga una combinación de generador y caja de engranajes para turbinas de energía eólica, en la que la combinación de generador y caja de engranajes comprende un cojinete de rotor y un generador.

Por lo tanto, es deseable proporcionar un sistema de montaje de generador que elimine los acoplamientos.

También es deseable proporcionar un generador de turbina eólica que sea fácil de montar y desmontar en una góndola que se encuentra sobre una torre de gran altura.

También es deseable proporcionar un generador de turbina eólica que proporcione un alineamiento perfecto o casi

perfecto del espacio de aire.

También es deseable proporcionar un generador de turbina eólica que proporcione ahorros de costes mediante el uso de un sello laberíntico que actúa también como un protector de imán.

Resumen de la invención

- 5 Según los principios de la presente invención, un generador adecuado para ser alojado en una góndola de turbina eólica comprende un bastidor de generador posicionado en una caja de engranajes y que comprende un estator de dicho generador, en el que un rotor de dicho generador está centrado en un eje de salida de dicha caja de engranajes, y medios para guiar el posicionamiento de dicho bastidor para controlar una espacio de aire entre dicho estator y dicho rotor.
- 10 El eje de salida emplea conos duales, cada superficie cónica, corta y ubicada de manera precisa, de los mismos proporciona una ubicación exacta en los lados cercano y lejano del eje de salida para proporcionar un soporte adecuado a lo largo de la longitud del eje, de manera que la longitud del eje recto de salida entre los conos de ubicación dual sirve para soportar el generador durante el montaje y el desmontaje.
- 15 El control del espacio de aire es crítico para la función apropiada del generador. Según la invención, la ubicación del rotor del generador es servida por medio de conos de ubicación duales. Los conos permiten una alineación sin holguras. Para facilitar la retirada del generador, los conos tienen ángulos pronunciados que superan el coeficiente de fricción de los materiales usados. Los conos con ángulos pronunciados tienen una longitud limitada, ya que el diámetro disminuye rápidamente. Para proporcionar un soporte adecuado a lo largo de su longitud, el eje emplea conos duales; cada superficie cónica, corta y situada de manera precisa, proporciona una ubicación exacta en los lados cercano y lejano del eje. La consecución de una ubicación exacta asegura un equilibrio correcto del rotor.
- 20 La longitud del eje recto entre los conos de ubicación dual sirve para soportar el generador durante el montaje y el desmontaje. Esto es importante, ya que hace que el montaje del generador sea cómodo y seguro. El ajuste en el eje y el orificio de emparejamiento del rotor tiene una holgura suficiente para permitir el montaje en todas las condiciones.
- 25 La porción de eje recto entre los conos de ubicación dual, aunque tienen holgura suficiente para facilitar el montaje, ubican el bastidor del generador de manera suficientemente precisa para permitir el inicio de un acoplamiento de los pernos de ubicación de bastidor. Estos pernos con forma de bala causan una auto-alineación de la estructura conforme el generador es avanzado en el eje de la caja de engranajes durante el montaje del generador en la góndola.
- Conforme el conjunto generador es fijado al eje apretando sus pernos de montaje, los conos centran el rotor y los pernos con forma de bala centran el bastidor (estator).
- 30 El rotor y el estator son retenidos, cada uno de ellos, por su sistema de empernado respectivo. El sistema de empernado de rotor proporciona una carga de contacto suficiente en los conos para transmitir el par de torsión motor necesario.
- Con el fin de alinear aproximadamente el rotor y el subconjunto de bastidor, el subconjunto es alineado mediante elementos de retención ajustados con holgura. Estos elementos tienen una holgura ligeramente menor que el espacio de aire, para centrar el rotor y el estator suficientemente bien para prevenir daños en los imanes del rotor. Cuando el sistema alinea el rotor y el estator, estos elementos de retención actúan como sellos laberínticos, diseñados para proteger el interior del generador de la contaminación.
- 35 La invención tiene la ventaja de que el sistema único de montaje elimina acoplamientos.
- La invención tiene la ventaja de que el generador es fácil de montar y desmontar en una góndola de turbina eólica situada sobre una torre alta.
- 40 La invención tiene la ventaja de que el diseño del generador proporciona una alineación perfecta o casi perfecta del espacio de aire. Una alineación perfecta hace que el equilibrio sea replicado a la tolerancia de fábrica.
- La invención tiene la ventaja de que el sello laberíntico del generador funciona también como un protector de imán, lo que resulta en un ahorro de costes.
- 45 La invención tiene la ventaja de que el uso de conos permite que la orientación del rotor-a-caja de engranajes sea aleatoria. Las cajas de engranajes de campo tienen un freno aplicado. Un generador sin cojinetes no puede ser alineado fácilmente si se usan llaves.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una parte recortada de un generador de turbina eólica convencional de la técnica anterior;

La Figura 2A es una vista frontal de una góndola en la que se materializa la invención;

La Figura 2B es una vista lateral del puerto de una góndola en la que se materializa la invención;

La Figura 2C es una vista en perspectiva de una parte recortada de la góndola de las Figuras 2A y 2B;

5 La Figura 2D es una vista en perspectiva de un subconjunto que comprende cuatro generadores, en cada uno de los cuales se materializa la presente invención;

La Figura 3 es una vista lateral en sección transversal de uno de los generadores mostrados en la Figura 2D;

La Figura 4 es una ilustración de los tubos de refrigeración por agua;

La Figura 5A es una vista en sección transversal de una mitad del estator;

La Figura 5B es una vista en sección transversal de una ranura de arrollamiento; y

10 La Figura 6 es una vista del núcleo del estator mostrado en la Figura 3.

Descripción detallada de la invención

15 Se hace referencia a la Figura 1, que es una vista en perspectiva de una parte recortada de un generador de turbina eólica convencional de la técnica anterior. La turbina eólica comprende un generador 100 y una caja 104 de engranajes, que están acoplados al eje de entrada del generador por medio de un acoplamiento 102. El eje de entrada de la caja de engranajes está conectado a un eje 106 principal de turbina, que es accionado por el rotor de la turbina, el cual es girado por la energía eólica.

20 Se hace referencia a las Figuras 2C y 2D, que son vistas en perspectiva de un subconjunto generador de turbina eólica que comprende cuatro generadores. La presente invención está materializada en cada generador. El dispositivo generador de energía eólica incluye un generador eléctrico alojado en una góndola 200 de turbina, que está montada en una base 202 de orientación sobre una estructura de torre alta, anclada al suelo.

25 La base 202 de orientación de la turbina puede girar libremente en el plano horizontal, de manera que tiende a permanecer en el camino de la corriente de viento predominante. La turbina tiene un centro 206 con palas principales (no mostradas) unidas al mismo. Las palas giran en respuesta a la corriente de viento. Cada una de las palas puede tener una sección de extensión de pala que es de longitud variable para proporcionar un rotor de diámetro variable y puede ser engranado para cambiar el paso.

30 La góndola 200 aloja mecanismos de transmisión de energía, equipo eléctrico y un eje que soporta el rotor. El sistema de rotor mostrado en las Figuras 2C y 2D tiene palas (no mostradas) fijadas al borde exterior del centro 206, que hace girar un eje en la góndola. El eje hace girar los engranajes, que transmiten el par de torsión a los cuatro generadores eléctricos. La góndola pivota alrededor de un eje vertical para aprovechar el viento que fluye desde cualquier dirección. El movimiento pivotante alrededor de este eje vertical, en respuesta a los cambios en la dirección del viento, se conoce como orientación o respuesta de orientación, y el eje vertical es conocido como el eje de orientación. Conforme el viento pasa más allá de las palas con velocidad suficiente, el sistema de rotor gira y la turbina eólica convierte la energía eólica en energía eléctrica, por medio de los generadores. Las salidas eléctricas de los generadores están conectadas a una red eléctrica.

35 El diámetro del rotor puede ser controlado para extender completamente las palas del rotor a una baja velocidad de flujo y para retraer las palas del rotor conforme aumenta la velocidad del flujo, de manera que las cargas entregadas por o ejercidas sobre el rotor no excedan los límites establecidos. La turbina es mantenida por la estructura de torre en el camino de la corriente de viento, de manera que la turbina es mantenida en posición, horizontalmente, en alineación con la corriente de viento. El generador eléctrico es accionado por la turbina para producir electricidad y está conectado a cables de alimentación interconectados con otras unidades y/o a una red eléctrica.

40 Se hace referencia la Figura 3, que es una vista lateral de una sección transversal de uno de los generadores mostrados en las Figuras 2C y 2D. Los números de referencia siguientes identifican los elementos correspondientes del aparato generador/caja de engranajes:

2- alojamiento de extremo contra el viento

45 3- cubierta exterior

4- núcleo de estator

5- ventilador del extremo

- 6- núcleo de rotor
- 8- perno de retención
- 9- manguera de aceite
- 10- cepillo a tierra
- 5 12- centro de cepillo
- 14- ventilador radial
- 16- sello laberíntico
- 17- cojinete externo opcional
- 18- centro de huso
- 10 19- centro de rotor
- 21- piñón de alta velocidad de caja de engranajes
- 22- huso de caja de engranajes
- 26- cojinetes de hueso de caja de engranajes
- 27- alojamiento de caja de engranajes
- 15 29- perno de alojamiento de extremo contra el viento
- 31- espacio de aire
- 33- Cono
- 34- Cono
- 35- perno nariz con forma de bala
- 20 36- pernos de montaje
- 37- pernos de rotor
- 38- imanes de rotor

25 El generador incluye un rotor 6 del generador montado individualmente en los piñones 21 de salida de la caja de engranajes, eliminando la necesidad de acoplamientos. El bastidor 3 del generador está ubicado directamente en la caja 27 de engranajes y ubicado para controlar el espacio 31 de aire.

30 El control del espacio de aire es crítico para una función apropiada del generador. La ubicación del rotor del generador está alineada por conos 33 y 34 duales. Los conos permiten una alineación sin holguras. Para facilitar la retirada, los conos tienen ángulos pronunciados que superan el coeficiente de fricción de los materiales usados. Los conos con ángulos pronunciados tienen una longitud limitada, ya que el diámetro disminuye rápidamente. El eje emplea conos duales con el fin de proporcionar un soporte adecuado a lo largo de su longitud. Cada superficie cónica, corta y ubicada de manera precisa, de los conos proporciona una ubicación exacta sobre los lados cercano y lejano.

La longitud del eje 22 de huso recto entre los conos 33 y 34 de ubicación sirve para soportar el generador durante el montaje y el desmontaje. Esto es importante para hacer que el montaje sea práctico y seguro. El ajuste entre este eje y el orificio de emparejamiento de rotor tiene suficiente holgura para permitir el montaje en todas las condiciones.

35 La parte 22 del eje de huso recto, aunque tiene holgura suficiente para un montaje sencillo, ubica el bastidor 3 del generador de manera suficientemente precisa para permitir el inicio de un acoplamiento de los pernos 35 de ubicación de bastidor. Estos pernos 35 con forma de bala causan una auto-alineación del bastidor conforme el generador es avanzado en el eje 22 de la caja de engranajes.

40 Conforme se tira del conjunto de generador en el eje, apretando su pernos 36 de montaje, los conos centran el rotor 6 y los pernos 35 con forma de bala centran el bastidor/estator 3.

El rotor y el estator son retenidos, cada uno de ellos, por sus respectivos sistemas de empernado. El sistema 36 de

empernado del rotor proporciona una carga de contacto suficiente sobre los conos 33, 34 para transmitir el par de torsión motor necesario.

5 Con el fin de alinear aproximadamente el rotor y el subconjunto de bastidor, los mismos son alineados ajustando, de manera holgada, los elementos 2-16 de retención. Estos elementos 2-16 de retención tienen una holgura ligeramente menor que el hueco 31 de aire, para centrar suficientemente bien el rotor y el estator, para prevenir daños a los imanes 38 del rotor. Cuando el sistema alinea el rotor y el estator, estos elementos de retención actúan como sellos 16 laberínticos, diseñados para proteger el interior del generador de la contaminación.

La Figura 5A es una vista en sección transversal de una mitad del estator, que muestra los tubos 50 y 52 de refrigeración, en orificios contiguos a los arrollamientos 64 o las ranuras 68 de arrollamiento.

10 La Figura 5B es una vista en sección transversal de una ranura 68 de arrollamiento, que muestra un tubo 50 de refrigeración en el interior de la ranura de arrollamiento (como una alternativa a la disposición mostrada en la Figura 5A).

La Figura 6 es una vista del núcleo 4 del estator mostrado en la Figura 3.

Resumen

15 Se ha descrito un diseño muy compacto de generador de energía eólica, que reduce el peso y permite subir y bajar, de manera práctica, el generador mediante una grúa incorporada, ubicada en la góndola de la turbina de energía eólica en la que está alojado el generador. Un generador construido según los principios de la invención debería conseguir el mínimo peso posible debido a que el generador es un generador sin eje, las cubiertas extremas no soportan el rotor, de manera que son de peso ligero, posibilitando la auto-manipulación. Las personas con conocimientos en la técnica reconocerán que una de las cubiertas extremas puede ser eliminada por completo usando la caja de engranajes para cerrar ese extremo del generador.

25 En una máquina convencional, el eje de la caja de engranajes tiene una llave, al igual que el eje del generador. Si el generador carece de cojinetes, no se puede girar el rotor bien hasta después de que se ha montado el mismo. Mientras tanto, conforme la turbina es colocada en su sitio en la turbina eólica, el eje debe ser fijado por seguridad. Esto impide orientar las dos llaves sin medios especiales de manipulación. Los ajustes de tipo cono eliminan este problema, ya que no hay llaves para alinear. La reducción de costes, la reducción del número de partes y la colocación de los cojinetes en el interior de la caja de engranajes, para una mejor lubricación, cooperan todos ellos para crear una novedosa turbina de energía eólica.

30 La invención se ha mostrado y descrito con referencia a una turbina eólica montada sobre una torre con base en tierra; las personas con conocimientos en la técnica reconocerán que la invención puede aplicarse también a turbinas bajo el agua, en las que la turbina está anclada bajo el agua y las palas son giradas por la fuerza de la corriente de agua.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito, de manera particular, con referencia a realizaciones preferentes de la misma, las personas con conocimientos en la materia entenderán que lo expuesto anteriormente, y otros cambios en la forma y detalle, puede llevarse a cabo sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Generador adecuado para ser alojado en una góndola de turbina eólica, que comprende:
un bastidor (3) de generador, posicionado en una caja (27) de engranajes y que comprende un estator (4) de dicho generador;
- 5 un rotor (6) de dicho generador, centrado en un eje (22) de salida de dicha caja (27) de engranajes; y
medios (35) para guiar el posicionamiento de dicho bastidor (3) para controlar un espacio (31) de aire entre dicho estator (4) y dicho rotor,
- 10 en el que el eje (22) de salida emplea conos (33, 34) duales, cada superficie cónica, corta y situada de manera precisa, de los mismos proporciona una ubicación exacta en los lados cercano y lejano del eje (22) de salida, para proporcionar un soporte adecuado a lo largo de la longitud del eje, de manera que la longitud del eje (22) de salida recto entre los conos (33, 34) duales de ubicación sirve para soportar el generador durante el montaje y el desmontaje.
2. Generador según la reivindicación 1, en el que durante la instalación, dichos conos (33, 34) de ubicación actúan para centrar el rotor (6) y los pernos (35, 36) con forma de bala actúan para centrar dicho estator (4).
- 15 3. Generador según la reivindicación 1 ó 2, en el que tras la alineación de dicho rotor (6) y dicho estator (4), dichos elementos (16) de retención actúan como sellos laberínticos, que protegen el interior del generador de la contaminación.

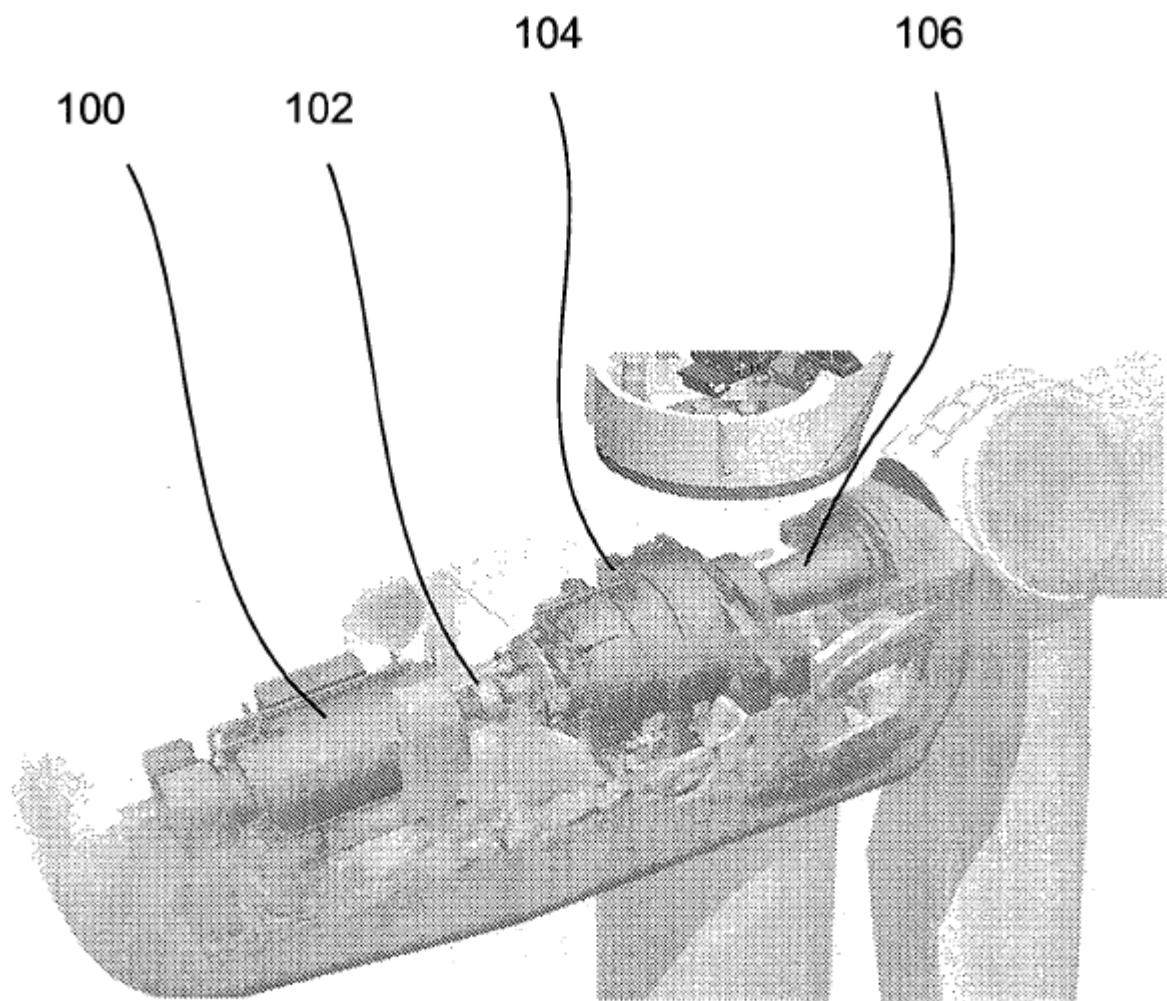


Fig. 1

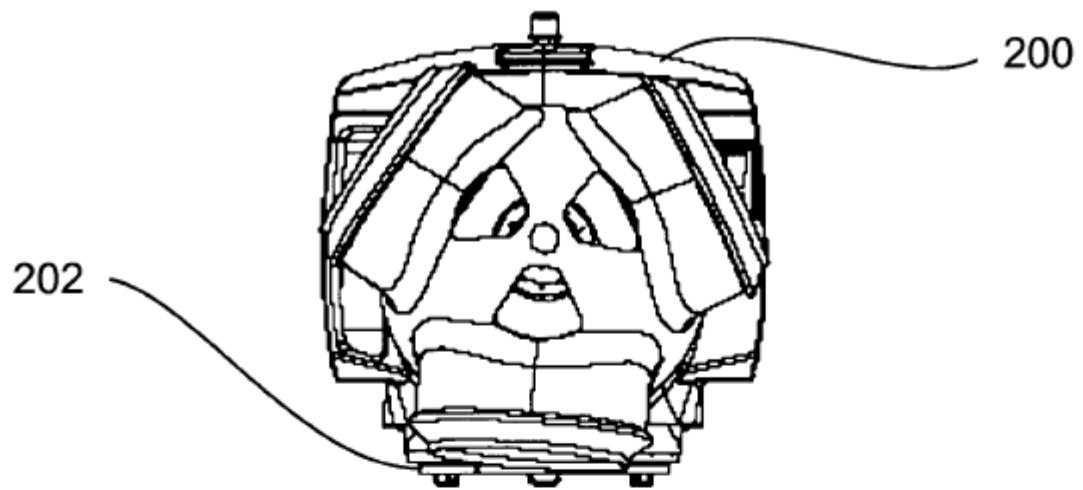


Fig. 2A

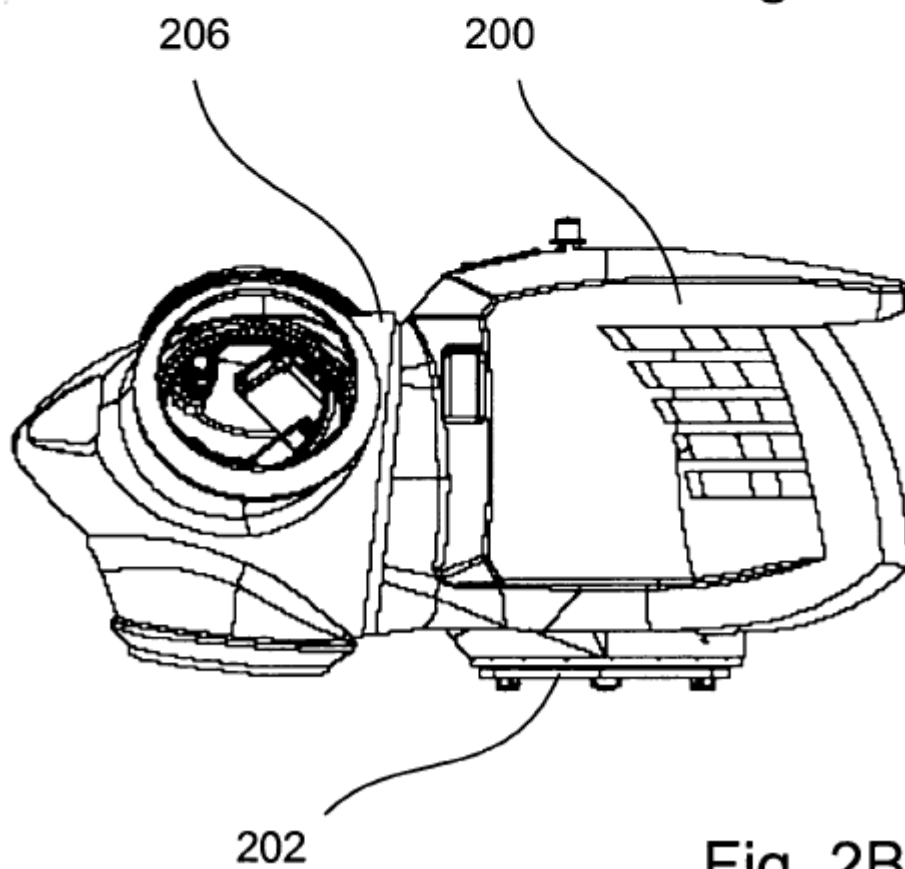


Fig. 2B

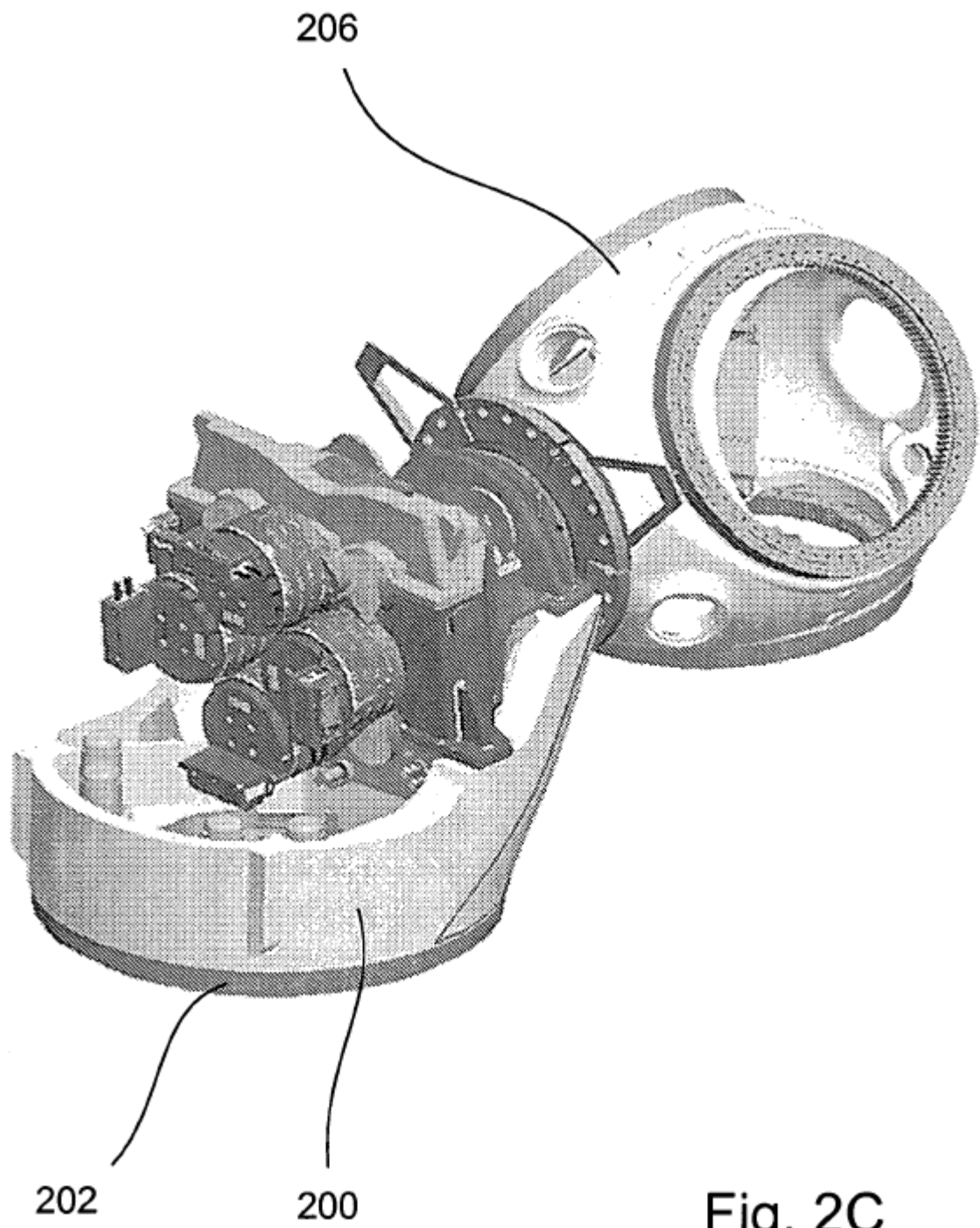


Fig. 2C

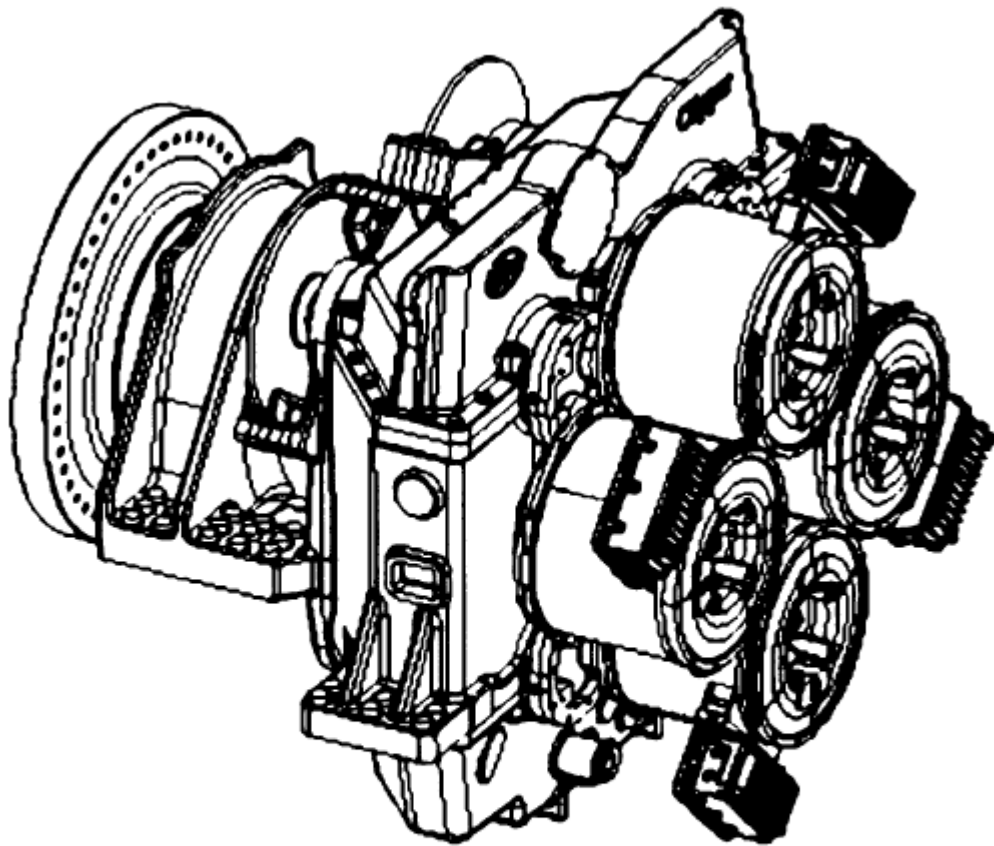


Fig. 2D

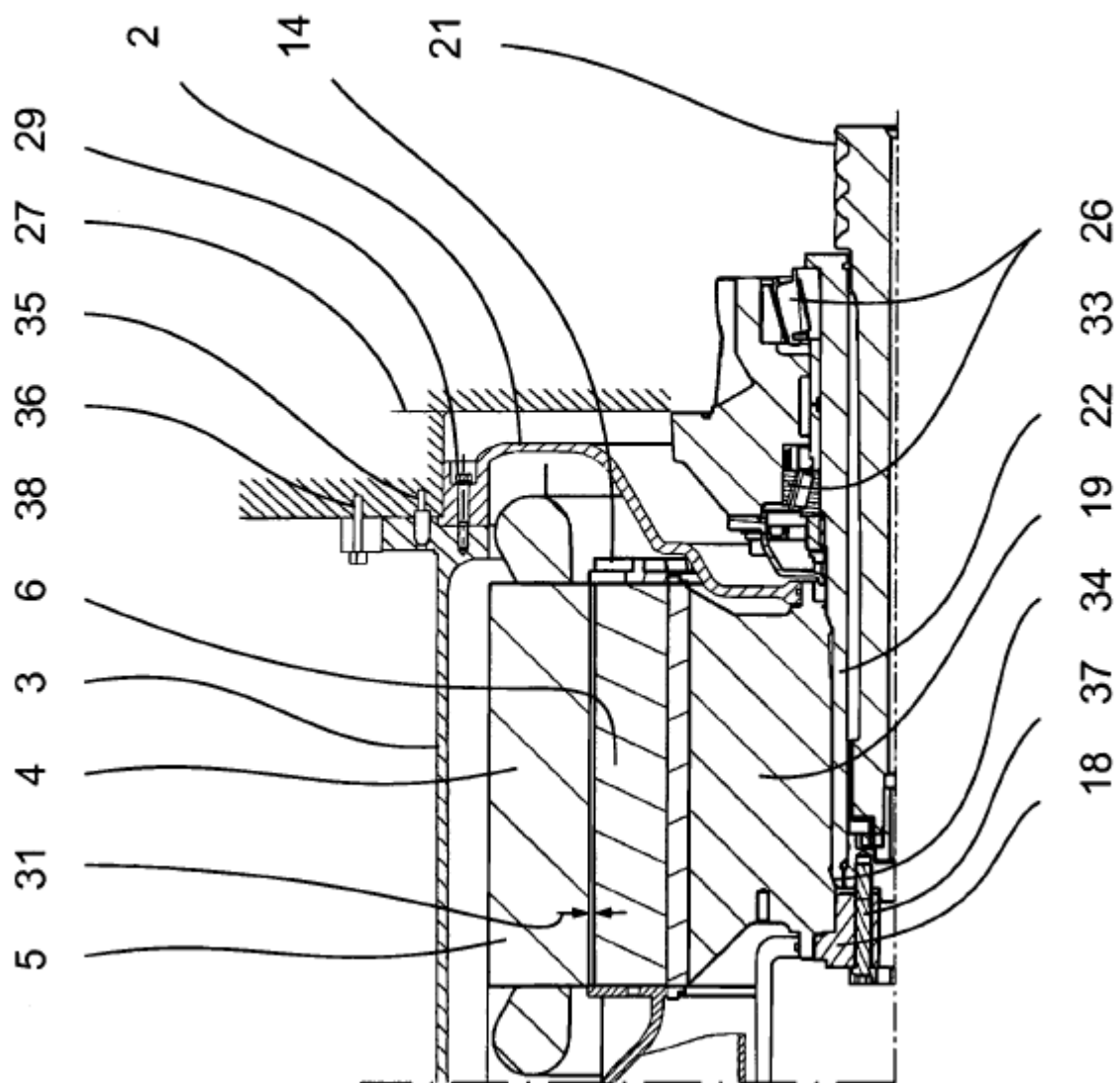


Fig. 3

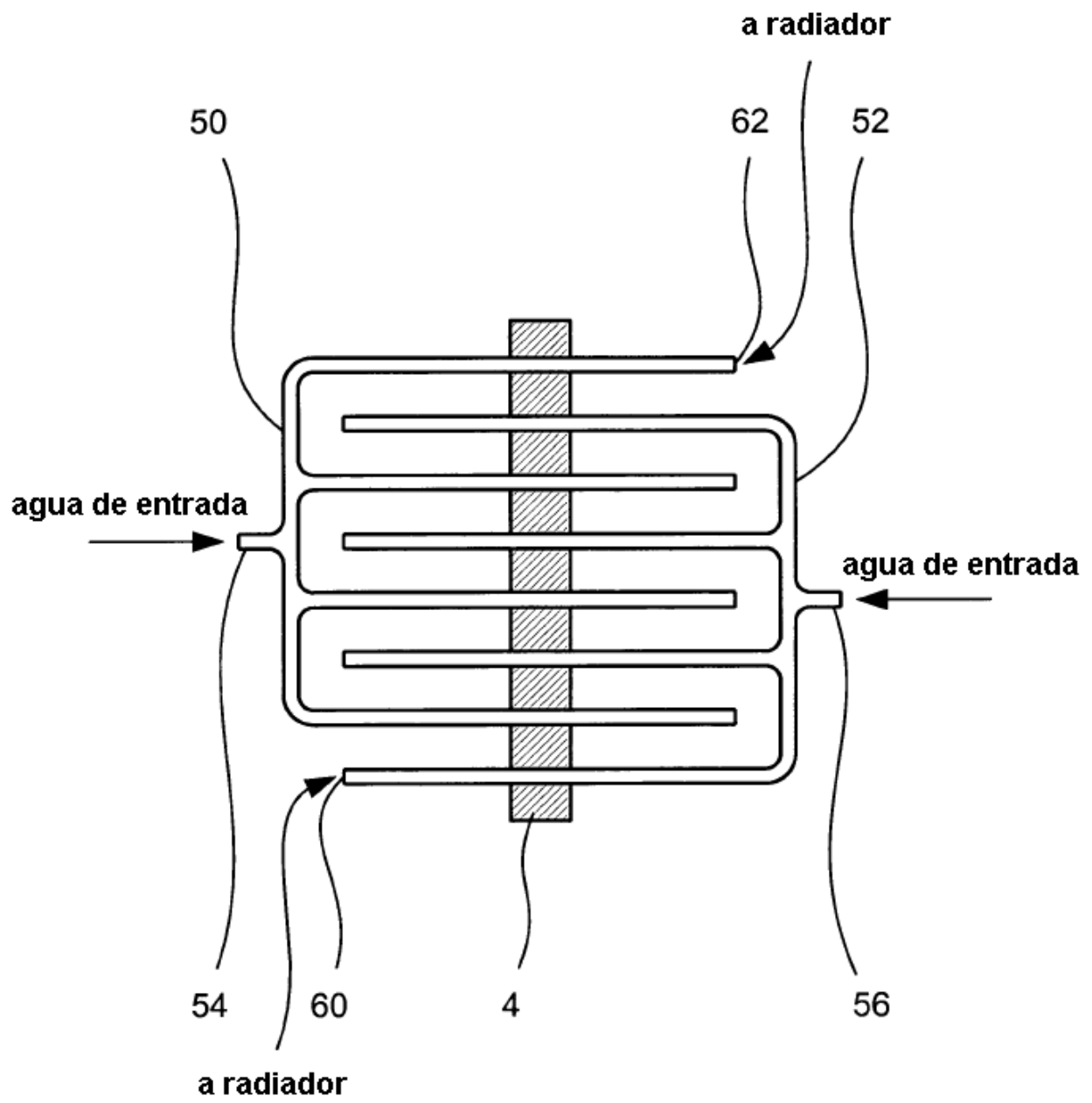


Fig. 4

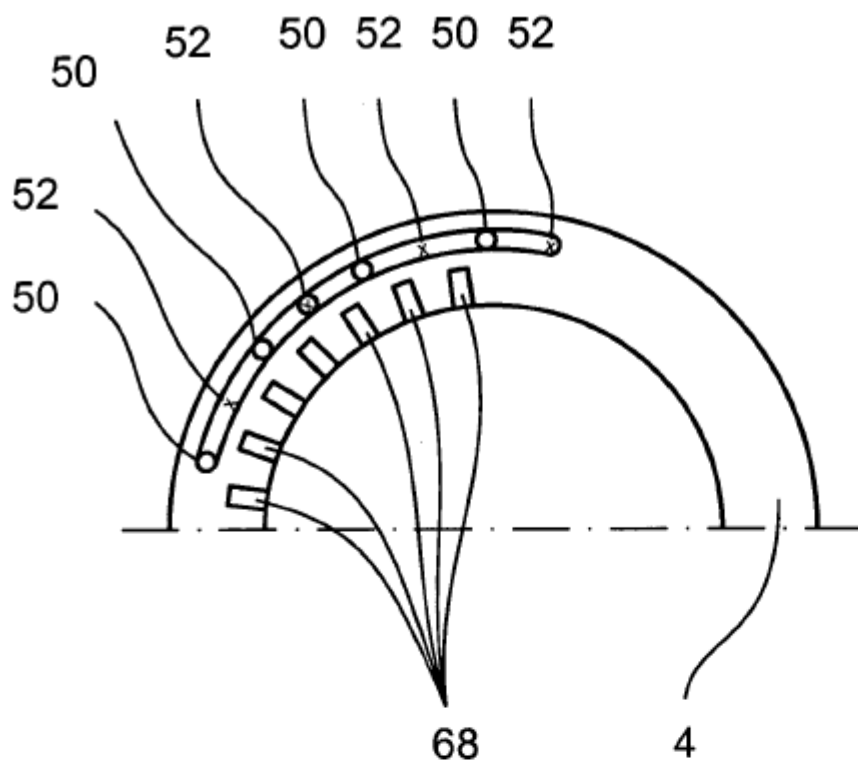


Fig. 5A

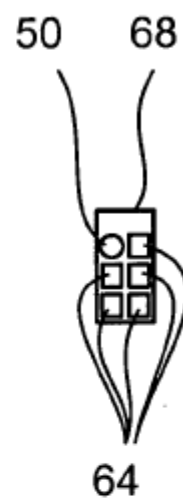


Fig. 5B

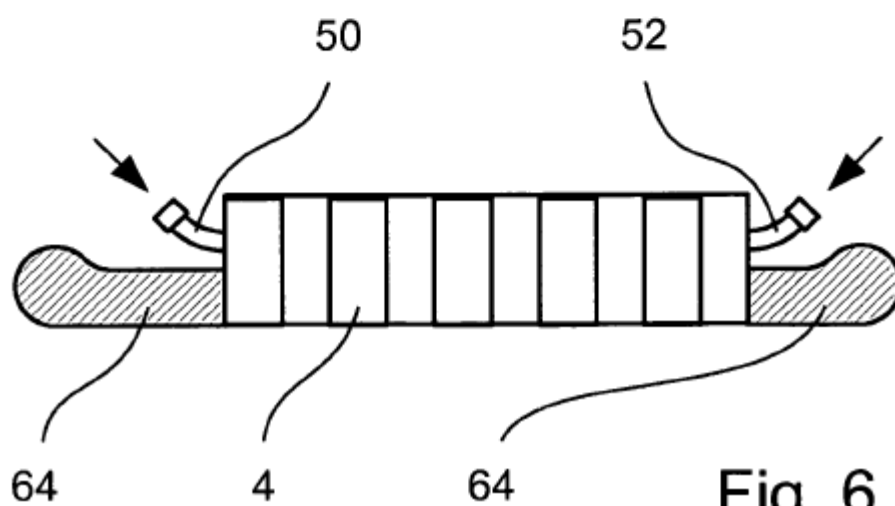


Fig. 6