



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 641**

51 Int. Cl.:
F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03720457 .5**

96 Fecha de presentación : **12.04.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1616094**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2006**

54 Título: **Cubo reforzado de rotor de una turbina de energía eólica.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.09.2011

73 Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**
1 River Road
Schenectady, New York 12345, US

72 Inventor/es: **Delucis, Nicolas y**
Schellings, Vincent

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 364 641 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

Cubo reforzado del rotor de una turbina de energía eólica

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un cubo del rotor de una turbina de energía eólica y, en particular, a una nueva estructura de dicho cubo que determina un diseño global de peso liviano del cubo.

El documento WO-A-01/42647 divulga un cubo hueco de una turbina eólica con unas bridas de montaje para los álabes.

Antecedentes de la invención

10 Un problema de la turbina de energía eólica es el peso de la góndola. En particular, las piezas rotatorias de la góndola deben de tener un peso más bien bajo. Esto es verdad en concreto respecto de las turbinas modernas de energía eólica de gran potencia.

15 Un enfoque para reducir el peso consiste en reducir el grosor de la pared de los elementos rotatorios de la góndola. Sin embargo, la reducción del grosor de la pared se traduce en una reducción de la resistencia y la rigidez del elemento rotatorio. En particular, el cubo del rotor está sometido a unas fuerzas provocadas por la acción del viento sobre los álabes del rotor y de las fuerzas provocadas por las cargas debidas a la rotación del cubo. El cubo debe ser lo suficientemente rígido para que estas fuerzas no provoquen deformaciones. En particular, dentro de las bridas de montaje de los cojinetes de los álabes del rotor, el cubo puede estar diseñado lo suficientemente rígido para que se impida una ovalización, la cual, a su vez, dañaría los cojinetes de los álabes del rotor y el medio de accionamiento del paso.

20 De acuerdo con ello, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un cubo del rotor de una turbina de energía eólica el cual tenga un peso relativamente bajo y sea lo suficientemente rígido con el fin de soportar las cargas que actúan directamente sobre el cubo de la turbina de energía eólica.

Sumario de la invención

25 Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un cubo del rotor de una turbina de energía eólica que comprende

- un cuerpo hueco que puede rotar alrededor de un eje geométrico de rotación y que está provisto de al menos una brida para el montaje sobre el cuerpo hueco de un cojinete para un álabe del rotor, y
- al menos dos nervios de rigidización constituidos de manera integral con el cuerpo hueco y que se extienden radialmente por dentro de un área de la brida del cuerpo hueco rodeados por la brida hasta el centro del área de la brida,
- 30 - en el que al menos dos aberturas están provistas dentro del área de la brida del cuerpo hueco.

El cubo de acuerdo con la invención está provisto de un cuerpo hueco que puede ser rotado alrededor de un eje geométrico de rotación. El cuerpo hueco está provisto de al menos una brida sobre la cual puede ser montado un cojinete del álabe del rotor. La brida delimita un área de la brida la cual está normalmente delimitada por un orificio.

35 De acuerdo con la invención, dentro del orificio hay dispuestos al menos dos nervios de rigidización, fortalecimiento o refuerzo constituidos de manera integral con el cuerpo hueco y que se extienden radialmente desde la brida hasta el centro del área de la brida. Los nervios están dispuestos dentro del área de la brida como rayos de una rueda y proporcionan la rigidización, el fortalecimiento y el refuerzo de la brida. Los al menos dos nervios de rigidización dividen el área de la brida en al menos dos aberturas separadas por los nervios de rigidización.

40 De acuerdo con el aspecto de la invención, dos nervios de rigidización están dispuestos dentro de cada área de la brida y forman un ángulo entre sí de sustancialmente 180°. Es preferente que estos dos nervios de rigidización estén dispuestos en paralelo con el eje geométrico de rigidización del cubo. Como alternativa es, así mismo, posible que los nervios de rigidización estén dispuestos de tal manera que se extiendan en perpendicular con respecto al eje geométrico de rotación. Hablando en términos generales, de acuerdo con otra forma de realización preferente de la presente invención, los nervios de rigidización están distribuidos de manera homogénea dentro del área de la brida y están desplazados entre sí en un ángulo esencialmente igual a 360° dividido por una pluralidad de nervios de rigidización. Por ejemplo, en el caso de que existan tres nervios de rigidización, los ángulos entre ellos son esencialmente de 120° y, en el caso de que sean cuatro nervios de rigidización, el ángulo entre ellos esencialmente es de 90°.

50 En el caso de que existan tres nervios de rigidización, es preferente que uno de los nervios de rigidización se extiendan sustancialmente en paralelo con el eje geométrico de rotación del cubo hueco. En el caso de que se trate

de cuatro nervios de rigidización, es preferente que dos de ellos se extiendan en paralelo al eje geométrico de rotación y los otros dos se extiendan en perpendicular al eje de rotación.

De acuerdo con la invención, los nervios de rigidización pueden ser macizos o huecos y pueden tener una anchura y / o un grosor decrecientes hacia el centro del área de la brida. En otras palabras, los nervios de rigidización, en el centro del área de la brida, tienen una anchura y / o un grosor mayores que en sus extremos radialmente hacia fuera adyacentes a la brida.

Así mismo, es posible, de acuerdo con la invención que, dentro de un área de la brida estén dispuestos varios conjuntos de nervios de rigidización desplazados a lo largo de un eje geométrico del paso del álabe del rotor perpendicular a un plano definido por la brida. Los nervios de rigidización de los conjuntos individuales no están conectados entre sí o están conectados. En otras palabras, los nervios de rigidización del área de la brida no están necesariamente dispuestos en un plano común sino en distintos planos adyacentes

En otra forma de realización de la presente invención, los nervios de rigidización de los conjuntos individuales de nervios de rigidización son rotados unos contra otros, de conjunto a conjunto, alrededor del acceso del paso del álabe del rotor.

En otra forma de realización de la presente invención, un medio de accionamiento del paso puede estar montado sobre al menos uno de los nervios de rigidización. Este nervio de rigidización individual está provisto de una abertura para un eje físico del rotor de un medio de accionamiento del paso para hacer rotar un álabe del rotor. Dentro del área de esta abertura, la anchura o el grosor, o ambos, del nervio de rigidización individual está incrementado con el fin de incrementar la rigidez del nervio dentro del área del medio de accionamiento del paso.

La presente invención puede ser utilizada en un cubo con independencia del número de álabes del roto. De acuerdo con ello, el cubo de acuerdo con la invención puede ser para un rotor con uno, dos o tres álabes del rotor. Así mismo, pueden montarse más de tres álabes del rotor en el cubo de acuerdo con la invención el cual está provisto de un número de bridas idéntico al número de álabes del rotor.

Como máxima preferencia del cubo hueco comprende al menos dos o tres bridas cada una de las cuales define un área de la brida. Cada área de la brida está provista de al menos dos nervios de rigidización, en el que la forma, el diseño, el número y / o la disposición relativa de los nervios de rigidización dentro de cada área de la brida sean idénticas o diferentes de área de brida a área de brida.

Con el fin de reducir en mayor medida el peso global del cubo, pueden disponerse unas aberturas adicionales dentro de las áreas existentes entre las bridas adyacentes y el primer y segundo extremos del cuerpo hueco dispuestos ambos en la dirección del eje geométrico de rotación. Estos primero y segundo extremos comprenden, así mismo, unas aberturas u orificios en los que el orificio existente en el segundo extremo opuesto al eje del rotor está diseñado como un registro. Es preferente que este registro esté situado dentro de una porción ahondada del cubo situada en el segundo extremo. Este diseño proporciona una rigidez incrementada del cubo en su extremo del registro. El primer extremo del cubo, sobre el cual está montado el eje físico hueco de la turbina de energía eólica está, de modo preferente, provisto también de un orificio pero, como alternativa, puede estar cerrado.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá con mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos

Fig. 1 muestra una vista lateral de una turbina de energía eólica cuyo rotor está provisto de un cubo de acuerdo con la invención.

Fig. 2 es una vista de tamaño ampliado del cubo de la turbina de energía eólica de la Fig. 1 de acuerdo con una primera forma de realización de la invención,

Fig. 3 es una vista mirando hacia el cubo en la dirección de las flechas III de las Figs. 1 y 2,

Fig. 4 es una vista del cubo similar a la de la Fig. 2 pero con el cubo rotado en un ángulo de 120º,

Fig. 5 es una vista en perspectiva del cubo de acuerdo con las Figs. 2 a 4,

Fig. 6 es una vista de una forma de realización alternativa de un cubo de acuerdo con la invención,

Fig. 7 es una vista de un cubo de acuerdo con otra forma de realización de la invención,

Fig. 8 es una vista de un cubo de acuerdo con una forma de realización adicional de la invención,

Fig. 9 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IX - IX de la Fig. 8, y

Fig. 10 es una vista en perspectiva de un cubo de acuerdo con una última forma de realización de la invención.

Descripción de formas de realización preferentes de la invención

La Fig. 1 muestra la estructura global de una turbina de energía eólica 10, que comprende una torre 12 y una góndola 14 dispuesta en la parte superior de la torre 12 y que puede rotar alrededor del eje geométrico vertical 16. La góndola 14 comprende una carcasa 18 dentro de la cual un eje físico (no mostrado) puede estar dispuesto de manera rotatoria alrededor de un eje geométrico horizontal 20. Montado sobre el eje físico se encuentra un rotor 22 que comprende un cubo 24 y tres álabes 26 del rotor que se extienden radialmente desde el cubo 24. El eje geométrico horizontal 20 es idéntico al eje geométrico de rotación del rotor 22.

Una forma de realización preferente del cubo 24 se muestra con mayor detalle en la Fig. 2. El cubo 24 comprende un cuerpo hueco 28 hecho de cualquier material fundido pertinente básicamente conocido por los expertos en la materia. Pueden, así mismo, ser utilizados otros materiales que proporcionen la rigidez exigida. El cuerpo hueco 28 comprende un primer extremo 30 y un segundo extremo 32, estando el eje físico hueco (no mostrado) de la turbina de energía eólica 10 montado sobre el primer extremo 30 del cuerpo hueco 28. Tres bridas 34 están dispuestas en el exterior del cuerpo hueco 28, estando estas tres bridas 34 desplazadas en un ángulo de 120°. Cada brida 34 define un área 36 de la brida dentro de la brida respectiva 34 y se extiende en un plano. Dentro de cada área 36 de la brida, en esta forma de realización de la invención, hay dispuestos tres nervios de rigidización 38 constituidos de manera integral con la pared del cuerpo hueco 28 y que se extienden desde la brida 34 radialmente hacia dentro hasta el centro 40 del área 36 de la brida donde los tres nervios de rigidización 38 están conectados de manera integral entre sí. El cuerpo hueco 28 que incluye los nervios de rigidización 38 está constituido de acuerdo con un procedimiento de fusión, procedimientos básicamente conocidos para la fabricación de cubos de los rotores de turbinas de energía eólica. Son, así mismo, posibles otros procedimientos de fabricación para la elaboración del cubo.

Tal y como puede apreciarse en la Fig. 2, los tres nervios de rigidización 38 constituyen de forma conjunta la configuración de una estrella de tres brazos, en la que uno de los nervios de rigidización se extiende en paralelo con el eje geométrico de rotación 20 con un ángulo de 120° entre los nervios de rigidización adyacentes 38. Uno de los nervios de rigidización 38 comprende una abertura 42 a través de la cual el eje físico del rotor de un medio de accionamiento del paso del álabe del rotor (ambos no mostrados) se extiende para hacer rotar el álabe del rotor. El medio de accionamiento del paso puede ser montado sobre ese nervio de rigidización específico 38.

Tal y como puede apreciarse en las Figs. 2 a 5, unas aberturas adicionales 44 están dispuestas dentro de la pared del cuerpo hueco 28 dentro de las áreas definidas por dos bridas adyacentes 34 y por las aberturas existentes en los primero y segundo extremos 30, 32, respectivamente. La incorporación de estos seis orificios 44 en estas áreas reduce más aún el peso global del cuerpo hueco 28.

Las Figs. 4 y 5 muestran vistas adicionales del cubo 24 haciendo más evidente el diseño específico del cubo 24 dando como resultado una estructura del cubo 24 de peso liviano pero rígida.

Las Figs. 6 a 10 muestran otras formas de realización de un cubo de acuerdo con la invención. En estas Figuras, respecto de las partes y los elementos de los cubos idénticos o similares a los elementos del cubo 24 de acuerdo con las Figs. 2 a 5, se utilizan las mismas referencias numerales.

El cubo 24 de la Fig. 6 comprende cuatro nervios de rigidización 38 para cada área 36 de la brida en el que uno de los nervios de rigidización 38 está provisto de un orificio 42 para un eje físico del medio de accionamiento del paso en el que grosor del nervio de rigidización 38 dentro del área de esta abertura 42 está incrementado. Los cuatro nervios de rigidización 38 existente están desplazados entre sí en un ángulo de 90°, de manera que los cuatro nervios de rigidización 38 están dispuestos formando una cruz. El diseño restante del cubo 24 de la Fig. 6 es similar al del cubo de las Figs. 2 a 5.

La Fig. 7 muestra un cubo 24 cuyo cuerpo hueco 28 comprende dos nervios de rigidización 38 los cuales se extienden en paralelo con el eje geométrico de rotación 20 del cubo 24 y los cuales tienen una anchura y / o un grosor incrementados dentro de las áreas adyacentes a la brida 34. En las partes restantes, el cubo 24 presenta un diseño similar al del cubo de las Figs. 2 a 5.

Otra forma de realización del cubo 24 se muestra en las Figs. 8 y 9. En esta forma de realización, dos conjuntos de nervios de rigidización 38, dispuestos tal y como se muestra en la Fig. 2, están situados dentro de cada área de la brida. Tal y como puede apreciarse en la vista en sección transversal de acuerdo con la Fig. 9, los dos conjuntos de los elementos de rigidización están dispuestos a lo largo de un eje geométrico de paso 46 del álabe del rotor.

Finalmente, la Fig. 10 muestra una vista en perspectiva de otro cubo 24 desde la dirección de su segundo extremo 32, en el que se puede apreciar que el registro 48 dispuesto en este segundo extremo 32 está situado dentro de una porción ahondada 50 de la pared del cuerpo hueco 28. Esta porción ahondada incrementa la rigidez y la dureza del cuerpo hueco 28. El diseño de los nervios de rigidización del cubo 24 de la Fig. 10 es similar al de la forma de realización de la Fig. 7. Sin embargo pueden, así mismo, ser utilizados otros diseños de nervios de rigidización en un cubo 24 que tenga una porción ahondada 50 para el registro 48 situado en el segundo extremo 32 del cuerpo hueco 28.

La invención se ha descrito con referencia a formas concretas de la misma, tal y como se han mostrado en las Figs. 1 a 10. Sin embargo, debe destacarse que la invención no está limitada a estas formas de realización específicas mostradas y que las características distintivas de diseño específicas de todas las formas de realización mostradas pueden ser empleadas de forma separada y en combinación entre sí, sin apartarse del alcance de la invención. De acuerdo con ello, el alcance de la invención queda exclusivamente definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Cubo del rotor (22) de una turbina de energía eólica (10) que comprende:
un cuerpo hueco (28) que puede rotar alrededor de un eje geométrico de rotación y que está provisto de al menos una brida (34) para el montaje sobre el cuerpo hueco (28) de un cojinete para un álabe de rotor (26) y
- 5 al menos dos nervios de rigidización (38) constituidos de manera integral con el cuerpo hueco (28) y que se extienden radialmente por dentro de un área (36) de la brida del cuerpo hueco (28) rodeados por la brida (34) hasta el centro (40) del área (36) de la brida,
en el que al menos dos aberturas están dispuestas dentro del área (36) de la brida del cuerpo hueco (28).
- 10 2.- Cubo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los nervios de rigidización (38) están distribuidos de manera homogénea dentro del área (36) de la brida y están dispuestos unos con respecto a otros en un ángulo esencialmente igual a 360° dividido por el número de los nervios de rigidización (38).
- 3.- Cubo de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que al menos uno de los nervios de rigidización (38) se extiende esencialmente en paralelo con el eje geométrico de rotación del cuerpo hueco (28).
- 15 4.- Cubo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la anchura o el grosor, o ambos, de los nervios de rigidización (38) decrece hacia el centro (40) del área (36) de la brida.
- 5.- Cubo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que al menos uno de los nervios de rigidización (38) está provisto de una abertura (42) para un eje (20) del rotor de un medio de accionamiento para la rotación de un álabe (26) del rotor una vez montado por medio del cojinete sobre la brida (34).
- 20 6.- Cubo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los nervios de rigidización (38) están dispuestos dentro de un plano inclinado con respecto al eje geométrico de rotación del cuerpo hueco (28).
- 7.- Cubo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los nervios de rigidización (38) están dispuestos en al menos dos conjuntos de al menos dos nervios de rigidización (38) y en el que los dos conjuntos de nervios de rigidización (38) están desplazados a lo largo de un eje geométrico de paso (46) del álabe (26) del rotor perpendicular a un plano definido por la brida (34).
- 25 8.- Cubo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el cuerpo hueco (28) comprende al menos dos y, de modo preferente, tres bridas (34) cada una de las cuales define un área (36) de la brida y en el que cada área (36) de la brida está provista de al menos dos nervios de rigidización (38) siendo idéntica o diferente la forma, el número y / o la disposición de los nervios de rigidización (38) dentro de cada área (36) de la brida.
- 30 9.- Cubo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el cuerpo hueco (28) comprende un primer extremo (30) para el montaje sobre un eje físico (20) del rotor y un segundo extremo (32) opuesto al primer extremo (30) y en el que el cuerpo hueco (28) dentro de las áreas existentes entre las bridas adyacentes (34) y sus primero o segundo extremos o ambos extremos está provista de unas aberturas adicionales (44).
- 35 10.- Cubo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el cuerpo hueco (28) comprende un primer extremo (30) para el montaje sobre un eje físico (20) del rotor y un segundo extremo (32) opuesto al primer extremo (30) y en el que el cuerpo hueco (28) en sus primero y / o segundo extremos (30, 32) comprende un orificio (42).

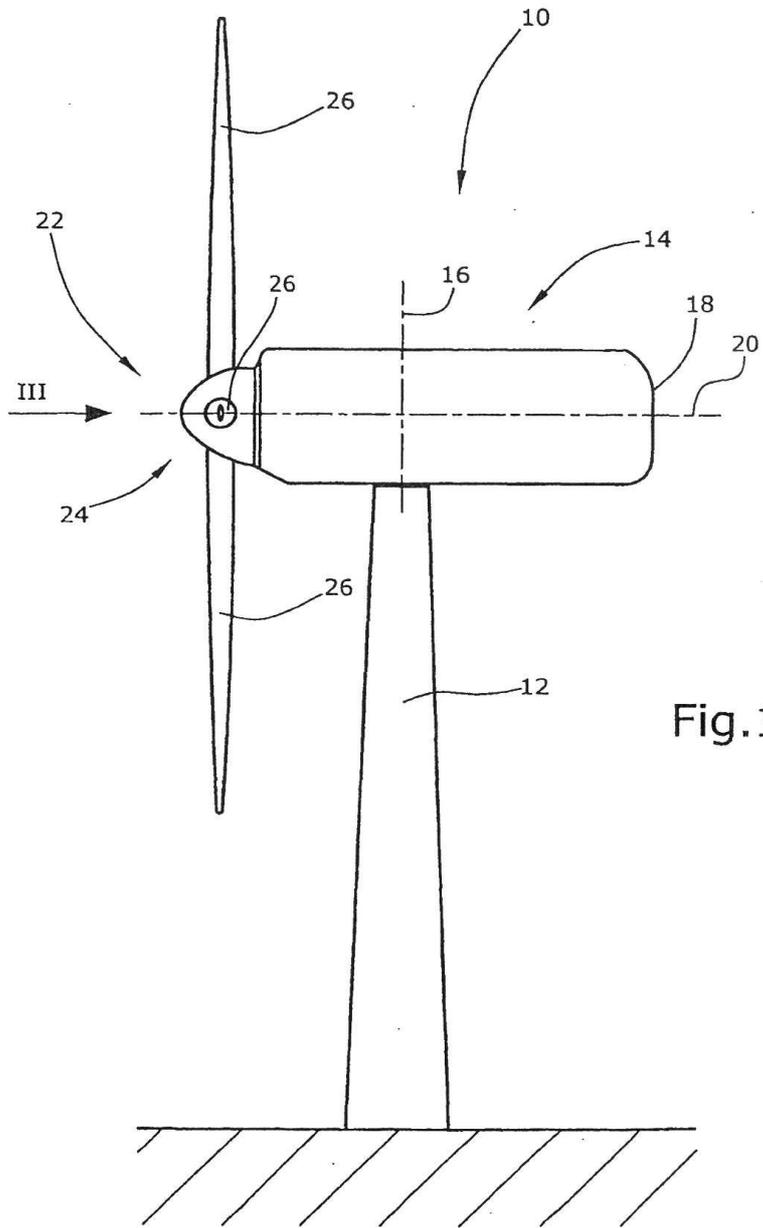


Fig.1

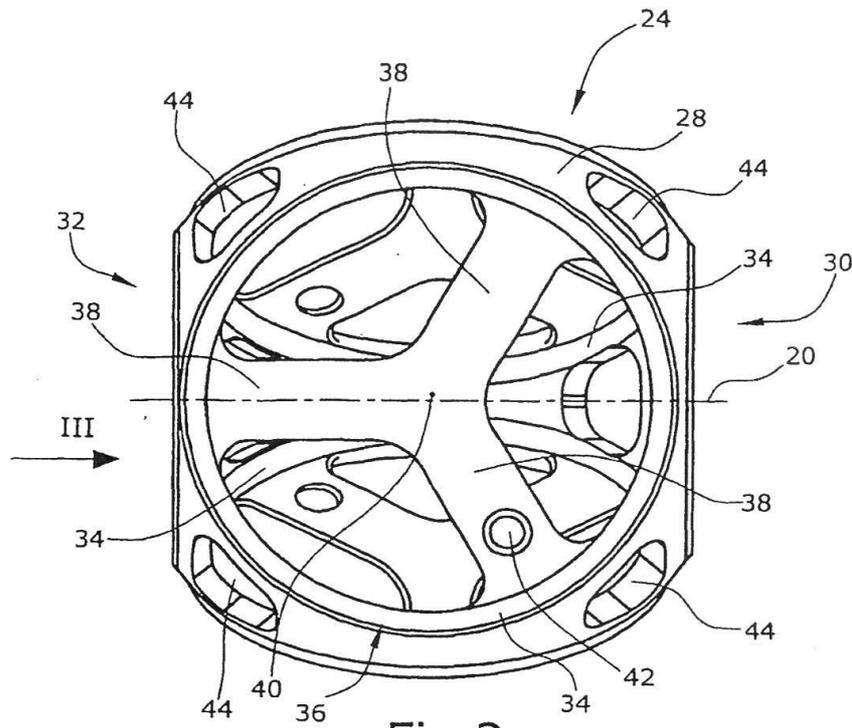


Fig. 2

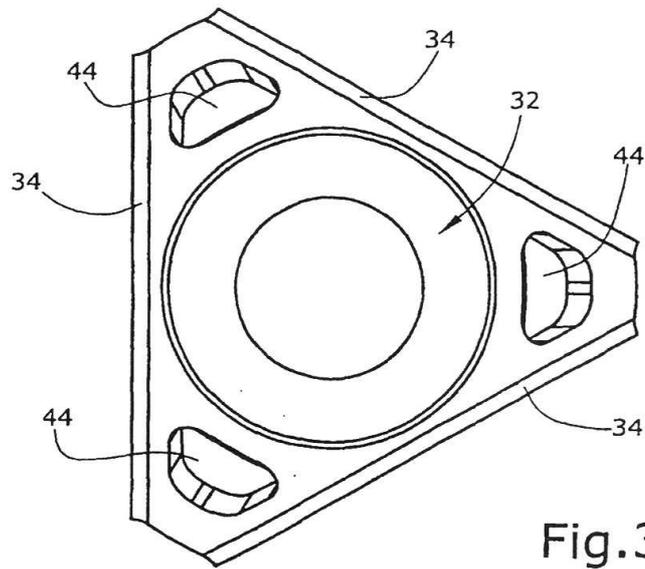


Fig. 3

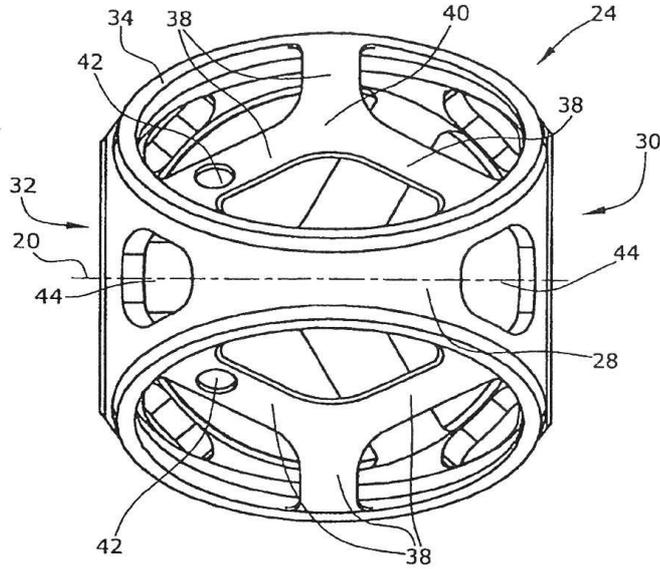


Fig. 4

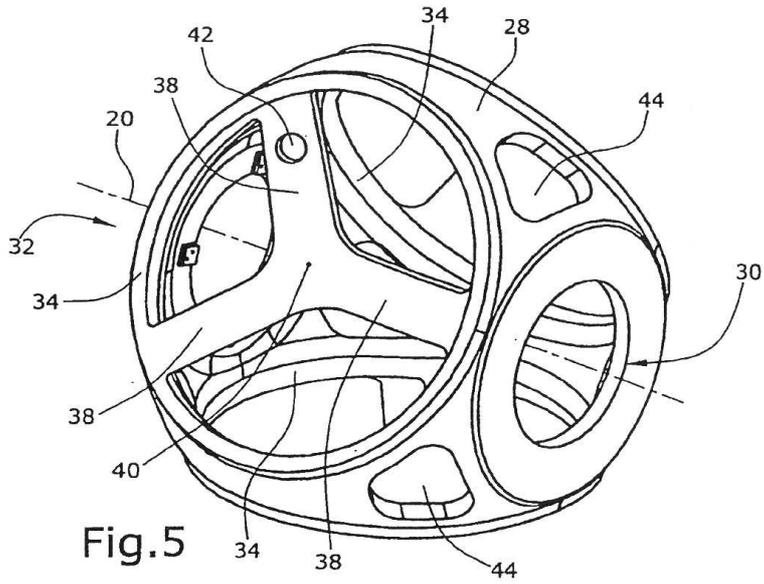


Fig. 5

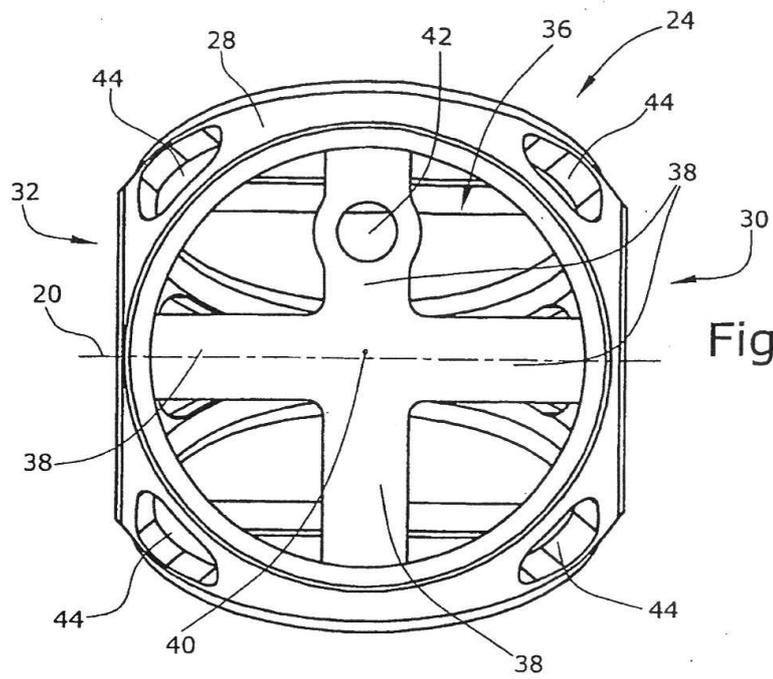


Fig. 6

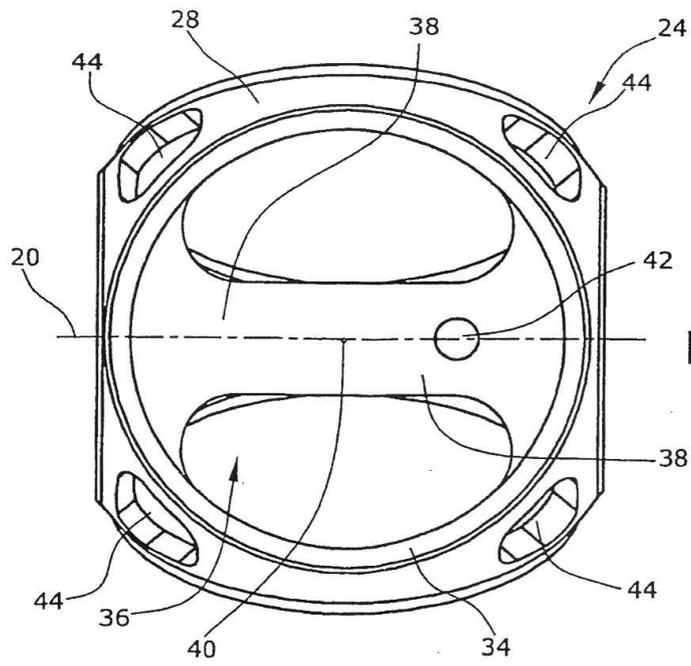


Fig. 7

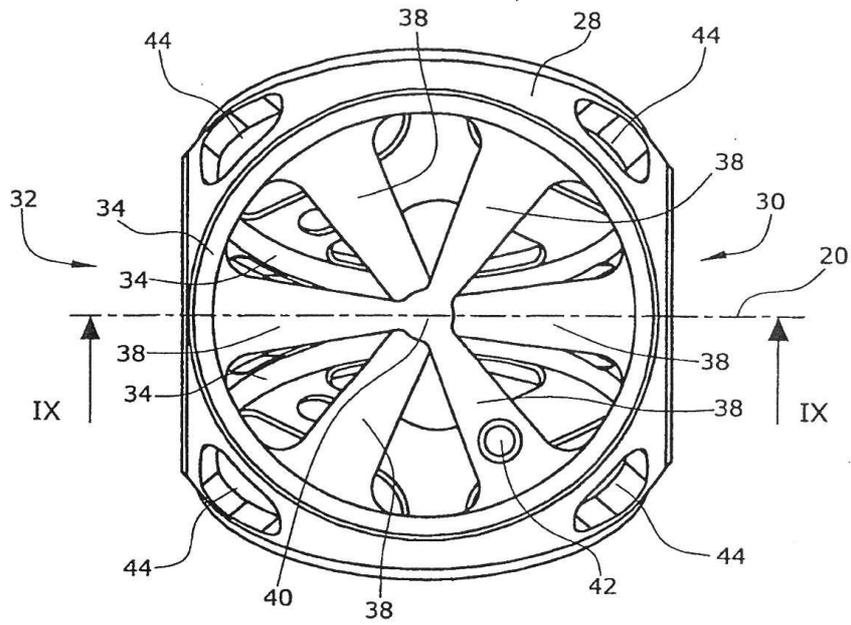


Fig.8

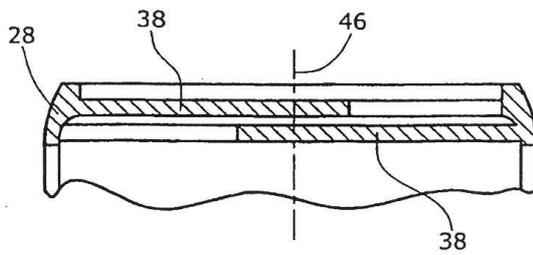


Fig.9

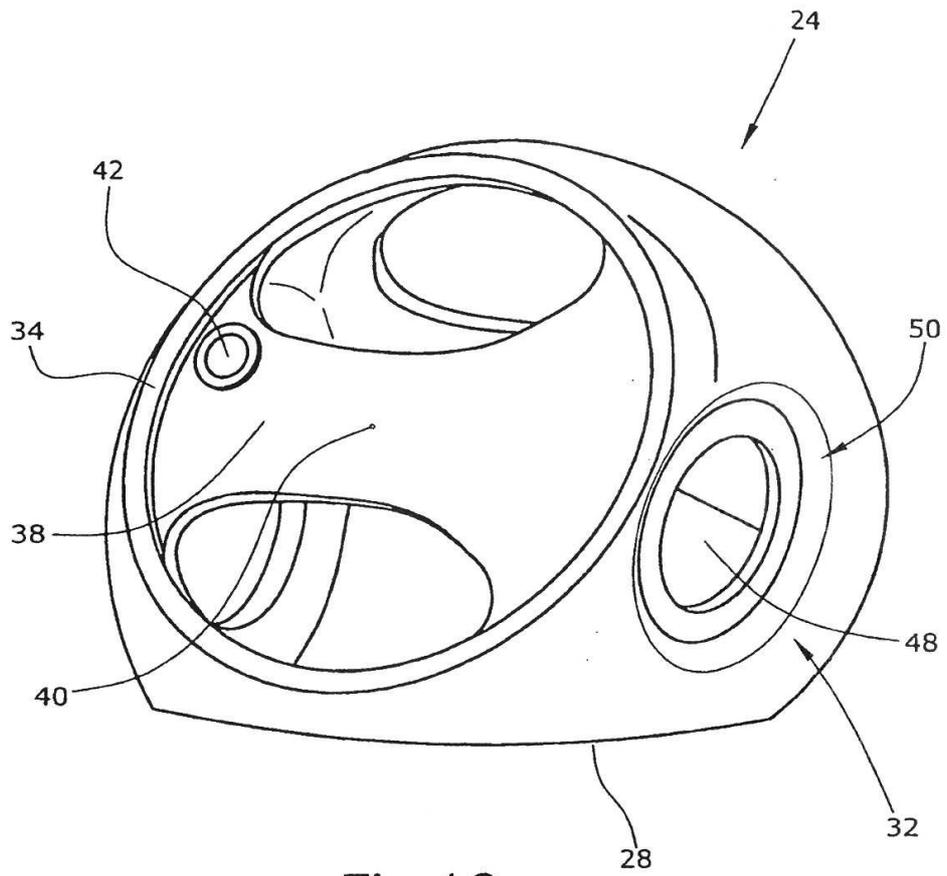


Fig.10