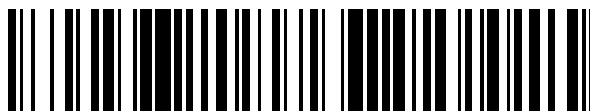


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 715**

51 Int. Cl.:

F16H 1/46 (2006.01)
F01D 11/02 (2006.01)
F03D 9/00 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
F03D 11/02 (2006.01)
F03D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2011 E 11776074 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015 EP 2630369**

54 Título: **Sistema de transmisión de potencia de turbina eólica**

30 Prioridad:

08.03.2011 US 201161450151 P
18.10.2010 US 393995 P

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

11.06.2015

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

MONGEAU, PETER;
ASHAR, SIDDHARTH y
DEMTRÖDER, JENS

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 537 715 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

Sistema de transmisión de potencia de turbina eólica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a sistemas de transmisión de potencia. Más específicamente, la presente invención se refiere a sistemas de transmisión de potencia de turbina eólica que tienen una caja de engranajes y un generador integrados.

Antecedentes

10 Las turbinas eólicas normalmente incluyen un rotor con grandes palas accionadas por el viento. Las palas de rotor convierten la energía cinética del viento en energía mecánica rotacional. La energía mecánica habitualmente acciona uno o más generadores para producir potencia eléctrica. Por tanto, las turbinas eólicas incluyen un sistema de transmisión de potencia se denomina en ocasiones “tren de potencia” de la turbina eólica. La parte de un sistema de transmisión de potencia desde el rotor de la turbina eólica al generador se denomina tren de tracción.

15 Con frecuencia es necesario aumentar la velocidad rotacional del rotor de la turbina eólica hasta la velocidad requerida por el o los generadores. Esto se consigue mediante una caja de engranajes entre el rotor de la turbina eólica y el generador. Por tanto, la caja de engranajes forma parte del tren de tracción y convierte una entrada de baja velocidad y alto par de torsión procedente del rotor de la turbina eólica en una salida de menor par de torsión y mayor velocidad para el generador. Aunque las cajas de engranajes se utilizan en muchas industrias, existen desafíos particulares en su diseño para turbinas eólicas debido a la magnitud, variedad e impredecibilidad de las fuerzas experimentadas por el rotor de la turbina eólica y el tren de tracción. Estas fuerzas tienen el potencial de dañar los cojinetes y otros componentes de la caja de engranajes. Como resultado, la fiabilidad de la caja de engranajes ha sido tradicionalmente un problema en la industria de la energía eólica.

25 Algunos fabricantes abordan este problema diseñando sistemas de transmisión de potencia sin etapa de engranaje. El rotor de la turbina eólica acciona directamente un generador de baja velocidad en tales sistemas. Aunque puede que no existan problemas en cuanto a la fiabilidad de la caja de engranajes, la ausencia de una etapa de engranaje con frecuencia da lugar a otros problemas. En particular, los generadores de baja velocidad en turbina eólicas de accionamiento directo son normalmente más grandes que sus equivalentes de alta y media velocidad en soluciones con engranaje para producir cantidades equivalentes de potencia. El mayor tamaño presenta desafíos de transporte, ensamblaje y mantenimiento además de problemas de coste. Además, muchos de los generadores de baja velocidad se basan en imanes permanentes que incorporan materiales de tierras raras de disponibilidad limitada.

35 Los problemas de competencia entre trenes de tracción tradicionales y máquinas de accionamiento directo han conducido a un interés mayor en las soluciones de media velocidad. Estas soluciones “híbridas” normalmente incluyen una caja de engranajes y un generador de media velocidad integrados. Una solución de este tipo es el objeto del documento EP 0 811 764 B1, que da a conocer un generador de imanes permanentes de media velocidad montado en una caja de engranajes de una sola etapa. El diseño fue concebido originalmente por Aerodyn GmbH y ha sido desarrollado adicionalmente por Areva. Denominado en ocasiones la solución “multi-híbrida”, el diseño tiene como resultado un sistema de transmisión de potencia compacto de bajo peso, con menos partes rotatorias que la mayoría de los trenes de tracción tradicionales.

40 A pesar del interés en las soluciones de media velocidad, sigue habiendo espacio para la mejora. La naturaleza sumamente integrada de los diseños puede limitar las opciones de ensamblaje y dificultar el mantenimiento. Por tanto, existe la necesidad de un sistema de transmisión de potencia que aborde estos y otros desafíos.

45 Cada uno de los documentos US 2010/133854 A1 y DE 10 2007 012 408 A1 da a conocer un sistema de transmisión de potencia para una turbina eólica, que comprende una caja de engranajes que tiene una carcasa de caja de engranajes y un elemento de salida de caja de engranajes que se extiende desde la carcasa de caja de engranajes; y un generador que incluye una carcasa de generador acoplada a la carcasa de caja de engranajes, un estator soportado por la carcasa de generador; un rotor colocado dentro de la carcasa de generador, teniendo el rotor un árbol de rotor acoplado al elemento de salida de caja de engranajes para accionarse por el mismo y un cuerpo de rotor soportado por el árbol de rotor, extendiéndose al menos una parte del árbol de rotor en una dirección axial, y una pantalla de extremo no de accionamiento acoplada al lado de extremo no de accionamiento de la carcasa de generador.

Sumario

55 A continuación se da a conocer un sistema de transmisión de potencia para una turbina eólica según la reivindicación de aparato independiente. El sistema de transmisión de potencia comprende una caja de engranajes y un generador. La caja de engranajes incluye una carcasa de caja de engranajes y un elemento de salida de caja de engranajes. El generador incluye: una carcasa de generador que tiene un lado de extremo de accionamiento y un lado de extremo no de accionamiento, estando el lado de extremo de accionamiento acoplado a la carcasa de caja

de engranajes; un estator soportado por la carcasa de generador; un rotor que tiene un árbol de rotor acoplado al elemento de salida de caja de engranajes y un cuerpo de rotor soportado por el árbol de rotor; una pantalla de extremo no de accionamiento acoplada al lado de extremo no de accionamiento de la carcasa de generador; un eje que se extiende desde la pantalla de extremo no de accionamiento en la dirección axial; y al menos un cojinete de generador colocado entre el árbol de rotor y el eje. El/los cojinete(s) de generador soporta(n) el elemento de salida de caja de engranajes y el árbol de rotor. A este respecto, el término “cojinete de generador” se usa en el presente documento para referirse a un cojinete común a la caja de engranajes y al generador y necesario para su funcionamiento. El/los cojinete(s) de generador sirve(n) como medios primarios para soportar de manera rotatoria el elemento de salida de caja de engranajes y el árbol de rotor. En algunas realizaciones, el/los cojinete(s) de generador puede(n) ser incluso el único soporte rotatorio para esos componentes.

Al colocar el/los cojinete(s) de generador entre el árbol de rotor y el eje, el/los cojinete(s) de generador se coloca(n) eficazmente en el lado de extremo no de accionamiento de la carcasa de generador. Una disposición de este tipo facilita el ensamblaje y el mantenimiento por motivos que resultarán evidentes a partir de la descripción que sigue. Se proporcionan ventajas adicionales si el eje está separado del rotor pero configurado para entrar en contacto con el rotor cuando el rotor se mueve hacia la pantalla de extremo no de accionamiento. Una disposición de este tipo permite “aparcar” el rotor sobre el eje durante el transporte y/o mantenimiento, permitiendo de ese modo que el/los cojinete(s) de generador se instale(n) o retire(n) sin tener que retirar el rotor y sin tener que desacoplar la carcasa de generador de la carcasa de caja de engranajes.

Para ello, también se da a conocer un correspondiente método de ensamblaje o mantenimiento de un sistema de transmisión de potencia según la reivindicación de método independiente. El método implica proveer una caja de engranajes que tiene una carcasa de caja de engranajes y un elemento de salida de caja de engranajes que se extiende desde la carcasa de caja de engranajes. También se proporciona un generador. El generador incluye una carcasa de generador con un lado de extremo de accionamiento y un lado de extremo no de accionamiento, un estator soportado por la carcasa de generador entre el lado de extremo de accionamiento y el lado de extremo no de accionamiento, una pantalla de extremo no de accionamiento acoplada al lado de extremo no de accionamiento de la carcasa de generador, un eje que se extiende desde la pantalla de extremo no de accionamiento en la dirección axial, y un rotor con un árbol de rotor y un cuerpo de rotor soportado por el árbol de rotor. Al menos una parte del árbol de rotor se extiende en una dirección axial.

El método implica además colocar al menos un cojinete de generador entre el árbol de rotor y el eje. De nuevo, el/los cojinete(s) de generador soporta(n) el elemento de salida de caja de engranajes y el árbol de rotor. Integrar la caja de engranajes y el generador es otra etapa, que incluye acoplar el lado de extremo de accionamiento de la carcasa de generador a la carcasa de caja de engranajes y acoplar el árbol de rotor al elemento de salida de caja de engranajes. Esta integración puede realizarse antes de colocar el/los cojinete(s) de generador, como puede ser el caso cuando el método se refiere al mantenimiento, de manera que la colocación del / de los cojinete(s) de generador representa su sustitución. También podría ser el caso cuando el método se refiere al ensamblaje y el/los cojinete(s) de generador se transporta(n) y/o instala(n) por separado del resto del generador. La etapa de integración puede realizarse alternativamente después de colocar el/los cojinete(s) de generador, como puede ser el caso cuando el generador se ensambla y se transporta con el/los cojinete(s) de generador instalado(s).

Indistintamente, el método ilustra las ventajas relativas al ensamblaje y mantenimiento que resultan del diseño del sistema de transmisión de potencia. De nuevo, estas ventajas resultarán más evidentes a partir de la descripción que sigue.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de una turbina eólica.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un sistema de transmisión de potencia para la turbina eólica de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección transversal del sistema de transmisión de potencia de la figura 2.

La figura 4 es una vista en sección transversal que muestra una caja de engranajes y un generador del sistema de transmisión de potencia de la figura 2 en más detalle.

La figura 4A es una vista en sección transversal ampliada que muestra el generador de la figura 4 en más detalle.

La figura 5 es una vista trasera en perspectiva del generador en el sistema de transmisión de potencia de la figura 2.

La figura 6 es una vista ampliada de una parte del generador mostrada en la figura 5.

Las figuras 7A-7C son vistas en sección transversal que ilustran secuencialmente la retirada de cojinetes de generador del generador en el sistema de transmisión de potencia de la figura 2.

La figura 8 es una vista en perspectiva en sección transversal que muestra un generador según una realización alternativa.

La figura 9 es una vista en alzado en sección transversal que muestra un generador según otra realización alternativa.

Descripción detallada

5 La figura 1 muestra un ejemplo de una turbina eólica 2. Aunque se muestra una turbina eólica de alta mar, debe observarse que la descripción que sigue puede ser aplicable a otros tipos de turbina eólicas. La turbina eólica 2 incluye palas de rotor 4 montadas en un buje 6, que está soportado por una góndola 8 sobre una torre 12. El viento hace que las palas de rotor 4 y el buje 6 roten alrededor de un eje principal 14 (figura 2). Esta energía rotacional se suministra a un sistema de transmisión de potencia (o "tren de potencia") 10 alojado dentro de la góndola 8.

10 Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, el sistema de transmisión de potencia 10 incluye un árbol principal 16 acoplado al buje 6 (figura 1). El sistema de transmisión de potencia 10 también incluye cojinetes primero y segundo 18, 20 que soportan el árbol principal 16, una carcasa de cojinete 22 que rodea los cojinetes primero y segundo 18, 20, y una caja de engranajes 24 que tiene un elemento de entrada de caja de engranajes 26 accionado por el árbol principal 16. La caja de engranajes 24 aumenta la velocidad rotacional del árbol principal 16 para accionar un generador 28, tal como se describirá en mayor detalle más adelante.

15 En la realización particular mostrada, la caja de engranajes 24 y el generador 28 están suspendidos de la carcasa de cojinete 22 y el árbol principal 16; no hay ningún soporte para la caja de engranajes 24 o el generador 28 en sí mismos. Más específicamente, la caja de engranajes 24 incluye el elemento de entrada de caja de engranajes 26, que está acoplado al árbol principal 16 mediante un acoplamiento 30, y una carcasa de caja de engranajes 32, que está suspendida de la carcasa de cojinete 22 a través de una carcasa de acoplamiento 34. El acoplamiento 30 se muestra como un acoplamiento de engranaje de dientes curvos que incluye un elemento de acoplamiento acanalado anular 36 que se engancha a bridas de acoplamiento 38, 40 asociadas con el árbol principal 16 y el elemento de entrada de caja de engranajes 26, respectivamente. Esta y otras realizaciones del acoplamiento 30, junto con la cinemática global del sistema de transmisión de potencia 10, se describen en más detalle en la solicitud de patente PCT n.º PCT/DK2011/050388 ("la solicitud '388"), también titulada "SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE TURBINA EÓLICA" y presentada simultáneamente con la presente, cuya descripción se incorpora en su totalidad en el presente documento como referencia. Tal como se describe en la solicitud '388, se proporcionan unas relaciones cinemáticas particulares que permiten al sistema de transmisión de potencia 10 cumplir con su función primordial de transferencia de par de torsión de manera fiable. Las relaciones cinemáticas también ayudan al sistema de transmisión de potencia 10 a alcanzar su función secundaria de transferencia de cargas distintas del par de torsión desde un rotor a una torre de manera ventajosa.

20 Los detalles de la caja de engranajes 24 y del generador 28 se describirán a continuación con referencia a las figuras 4 y 4A. La caja de engranajes 24 se muestra como una caja de engranajes diferencial con tres etapas planetarias. Más específicamente, el elemento de entrada de caja de engranajes 26 en la realización mostrada es un portasatélites que soporta satélites 50 en una primera etapa A1. Los satélites 50 engranan con una corona dentada 52, que es fija en relación con la carcasa de caja de engranajes 32, y con un piñón planeta 54 sobre un árbol de planeta 56. El elemento de entrada de caja de engranajes 26 también soporta una corona dentada 58 en una segunda etapa A2 de manera que la corona dentada 58 rota con el elemento de entrada de caja de engranajes 26. La corona dentada 58 en la segunda etapa A2 engrana con satélites 60, que están soportados por pasadores de satélite 62 montados en la carcasa de caja de engranajes 32. Como resultado, los satélites 60 accionan un piñón planeta 64 en un sentido opuesto al del piñón planeta 54.

35 La disposición descrita anteriormente divide la potencia suministrada por el elemento de entrada de caja de engranajes 26 entre la primera etapa A1 y la segunda etapa A2, cuyas salidas están representadas por los piñones planeta 54 y 64. Los componentes, relaciones de multiplicación, etc. pueden diseñarse para proporcionar cualquier distribución de potencia deseada (por ejemplo, puede ser de 60/40). Las salidas de potencia se fusionan en una tercera etapa B, que incluye una corona dentada 70 acoplada en accionamiento al piñón planeta 64 a través de una estructura de soporte 72 y un portasatélites 74 acoplado en accionamiento al piñón planeta 54 a través del árbol de planeta 56. Los satélites 76 soportados de manera rotatoria por el portasatélites 74 engranan con la corona dentada 70 y con un piñón planeta 78, accionando este último un elemento de salida de caja de engranajes 80.

45 El piñón planeta 78 se muestra como componente independiente que se engancha al elemento de salida de caja de engranajes 80 a través de un acoplamiento acanalado 82, aunque alternativamente puede estar montado en el elemento de salida de caja de engranajes 80 o incluso formado como parte integral del elemento de salida de caja de engranajes 80. De hecho, aunque se han descrito los detalles de la caja de engranajes 24, la presente invención se centra en la integración de la caja de engranajes 24 y el generador 28 más que en la propia caja de engranajes o sus componentes. Por tanto, la realización mostrada es meramente un ejemplo; cualquier otro diseño de caja de engranajes adecuado para turbinas eólicas puede usarse en su lugar. Esto incluye, por ejemplo, cajas de engranajes planetarios convencionales, cajas de engranajes planetarios compuestos, cajas de engranajes planetarios con portador fijo, etc., implicando cada una de ellas una única o múltiples etapas.

55 Indistintamente del diseño de la caja de engranajes, el generador 28 incluye un rotor 100 y un estator 102 colocados dentro de una carcasa de generador 104. El rotor 100 se acciona por el elemento de salida de caja de engranajes 80

para rotar dentro de la carcasa de generador 104 y, como resultado, divide eficazmente la carcasa de generador 104 en un lado de extremo de accionamiento ("lado DE") y un lado de extremo no de accionamiento ("lado NDE"). En el lado DE, la carcasa de generador 104 se acopla a la carcasa de caja de engranajes 32 mediante elementos de sujeción (por ejemplo, pernos; no mostrados) u otras técnicas adecuadas. Una brida reforzada 106 (figura 4A) puede estar prevista en la carcasa de caja de engranajes 32 con este fin. Un elemento de aislamiento 108 también puede estar previsto entre la brida 106 y la carcasa de generador 104 para ayudar a impedir que se transfieran corrientes eléctricas a la caja de engranajes 24. Además, el generador 28 puede incluir además una pantalla de extremo de accionamiento ("pantalla DE") 110 entre la carcasa de caja de engranajes 32 y la carcasa de generador 104. La pantalla DE 110 está acoplada a la carcasa de generador 104 y cubre el lado DE para proteger los componentes internos del generador 28 durante el transporte, tal como se describirá en mayor detalle más adelante, aunque no es necesario proporcionarla si tal protección no es necesaria. La carcasa de caja de engranajes 32 puede cubrir eficazmente el lado DE de la carcasa de generador 104 tras la integración de la caja de engranajes 24 y el generador 28 en tales realizaciones.

El estator 102 está soportado por la carcasa de generador 104 entre los lados DE y NDE. El estator 102 se muestra esquemáticamente en las figuras, pero en una realización el generador 28 puede ser un generador de imanes permanentes con el estator 102 que comprende un conjunto impregnado de resina de laminaciones de acero que forman dientes sobre un núcleo de hierro. El conjunto también puede incluir bobinas dispuestas en un patrón de devanado distribuido entre los dientes. Cuando el rotor 100 rota en relación con el estator 102, los imanes permanentes en el rotor 100 inducen una tensión en el devanado. Los devanados están conectados a un anillo colector de cobre (no mostrado), que a su vez está conectado a cables eléctricos 112 (figura 2) para suministrar la salida eléctrica a otro lugar. De nuevo, se trata meramente de una posible realización. Los expertos en el diseño de generadores de turbinas eólicas considerarán otras realizaciones, incluyendo aquellas sin imanes permanentes.

El rotor 100 incluye un cuerpo de rotor 116 que soporta los imanes permanentes (u otros elementos de generación de flujo, dependiendo del diseño del generador). Los imanes permanentes pueden sostenerse, por ejemplo, en segmentos de núcleo 118 fijados al cuerpo de rotor 116. Un árbol de rotor ("buje de accionamiento") 120 está acoplado al cuerpo de rotor 116 estando fijado al mismo (por ejemplo, mediante elementos de sujeción) o formado de manera solidaria con el mismo. Por tanto, aunque en general se muestra un conjunto de dos piezas para soportar los imanes permanentes, en realizaciones alternativas el árbol de rotor 120 y el cuerpo de rotor 116 pueden ser partes diferentes de una estructura unitaria. Al menos una parte del árbol de rotor 120 se extiende en una dirección axial.

El árbol de rotor 120 también está acoplado al elemento de salida de caja de engranajes 80. En la realización mostrada, un árbol flotante 122 está previsto con este fin. El árbol flotante 122 se extiende desde el interior de la carcasa de caja de engranajes 32, a través de una abertura en la pantalla DE 110, y al interior de la carcasa de generador 104. Una junta laberíntica 124 puede estar prevista entre la pantalla DE 110 y el exterior del árbol flotante 122 para permitir una rotación relativa pero impidiendo que el lubricante de la caja de engranajes entre en la carcasa de generador 104. También pueden estar previstas juntas estáticas (no mostradas) entre la carcasa de caja de engranajes 32 y la pantalla DE 110 para ayudar adicionalmente a la contención de fluido. El interior del árbol flotante 122, por otro lado, está acoplado al elemento de salida de caja de engranajes 80 mediante un acoplamiento acanalado 126 de modo que el árbol flotante 122 se acciona por el elemento de salida de caja de engranajes 80. A este respecto, el elemento de salida de caja de engranajes 80 en la realización mostrada funciona como árbol hueco para transferir el par de torsión de la caja de engranajes 24 al generador 28 (a través del árbol flotante 122). La longitud del árbol flotante 122, que puede extenderse al interior del árbol de rotor 120, y la ubicación axial del acoplamiento acanalado 126 pueden seleccionarse para ayudar a ajustar la resonancia torsional del sistema de transmisión de potencia 10.

Dentro de la carcasa de generador 104, una brida que se extiende radialmente 130 sobre el árbol flotante 122 está enfrentada a una parte que se extiende radialmente 132 del cuerpo de rotor 116 y/o del árbol de rotor 120. Esto permite que el árbol flotante 122 se acople al rotor 100 mediante pernos, pasadores, engranado frontal, u otros elementos/métodos de acoplamiento. Unos elementos de desplazamiento 200 en forma de pernos alargados, cuya finalidad se describirá más adelante, pueden contribuir parcial o totalmente a esta función de acoplamiento. Como modo alternativo o adicional de acoplamiento del árbol flotante 122 al rotor 100, una parte terminal del árbol flotante 100 puede extenderse al interior de y engancharse con el árbol de rotor 120 a través de un acoplamiento acanalado. Un elemento de aislamiento 134 puede estar previsto entre la brida 130 y la parte del rotor 100 a la que está acoplada para ayudar a impedir que se transfieran corrientes eléctricas a la caja de engranajes 24. El elemento de aislamiento 134 se muestra como un anillo en la realización ilustrada.

Se considerarán otras realizaciones del elemento de salida de caja de engranajes 80 y el modo en que se acopla al rotor 100. Por ejemplo, el elemento de salida de caja de engranajes 80 puede incluir alternativamente una brida de conexión grande para acoplarse directamente al rotor 100 (de manera que no hay necesidad del árbol flotante 122). La brida de conexión puede fijarse mediante pernos o de otro modo al cuerpo de rotor 116 y/o al árbol de rotor 120 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el árbol flotante 122. Un diseño de este tipo proporciona una interfaz libre de desgaste entre el elemento de salida de caja de engranajes 80 y el rotor 100. Además, la brida de conexión puede diseñarse con rigidez torsional elevada y rigidez a la flexión reducida. Esto proporciona al elemento de salida de caja de engranajes 80 suficiente flexibilidad para permitir que el piñón planeta 78 se desplace

radialmente y se alinee angularmente con los satélites 76 cuando sea necesario (reduciendo o impidiendo así alineaciones incorrectas).

Todavía con referencia a la figura 4A, el generador 28 incluye además una pantalla de extremo no de accionamiento ("pantalla NDE") 140 acoplada al lado NDE de la carcasa de generador 104. Un eje 142 se extiende desde la pantalla NDE 140 en una dirección generalmente axial y, en la realización mostrada, rodea el árbol de rotor 120. El eje 142 puede estar formado de manera solidaria con el resto de la pantalla NDE 140 (tal como se muestra), o el eje 142 puede ser un componente independiente fijado a la pantalla NDE 140. Al menos un cojinete de generador 144 está colocado entre el eje 142 y el árbol de rotor 120 para soportar de manera rotatoria el rotor 100. Por tanto, el rotor 100 está soportado por la carcasa de generador 104 a través del / de los cojinete(s) de generador 144, el eje 142 y la pantalla NDE 140. Los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b están previstos en la realización mostrada. Estos cojinetes también soportan el elemento de salida de caja de engranajes 80, tal como se describirá en mayor detalle más adelante.

Los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b pueden estar alojados dentro de un cartucho de cojinete 148. Más específicamente, el cartucho de cojinete 148 incluye un manguito interno 150 acoplado al árbol de rotor 120 y un manguito externo 152 interconectado con el eje 142. Los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b están colocados entre los manguitos interno y externo 150, 152, cuyos extremos pueden estar cerrados por juntas de lubricación 154, 156. El primer cojinete 144a se muestra como cojinete de bolas de fila doble con una posición fija en el cartucho de cojinete 148, mientras que el segundo cojinete 144b se muestra como cojinete de bolas de doble fila que flota. Los expertos en el diseño de generadores de turbinas eólicas considerarán otras disposiciones de cojinetes. Esto incluye disposiciones con diferentes tipos de cojinetes (por ejemplo, diferentes formas y filas de elementos rodantes) y disposiciones sin cartucho de cojinete, aunque proporcionar un cartucho de este tipo tiene ventajas particulares que resultarán evidentes a partir de la descripción que sigue.

El generador 28 puede incluir además un adaptador de extremo 160 acoplado al árbol de rotor 120 y que se extiende fuera de la carcasa de generador 104. En la realización mostrada, unos pernos 162 se extienden a través del adaptador de extremo 160 y de una brida terminal 164 sobre el manguito interno 150 del cartucho de cojinete 148 antes de engancharse con el árbol de rotor 120. Por tanto, el árbol de rotor 120, el manguito interno 150 y el adaptador de extremo 160 rotan conjuntamente. El adaptador de extremo 160 se extiende alejándose de la pantalla NDE 140 de modo que se coloca fuera de la carcasa de generador 104.

Haciendo referencia ahora a las figuras 4A, 5, y 6, el adaptador de extremo 160 en la realización ilustrada soporta tanto un mecanismo de giro 166 como un disco de freno 168. El mecanismo de giro 166 está montado en el adaptador de extremo 160 mediante pernos 170, aunque alternativamente puede ser una parte integral del adaptador de extremo 160. En cualquier caso, el mecanismo de giro 166 está acoplado al árbol de rotor 120 a través del adaptador de extremo 160. Uno o más accionamientos auxiliares 172 están montados en la pantalla NDE 140 y colocados próximos al mecanismo de giro 166. Los accionamientos auxiliares 172 están configurados para hacer rotar respectivos piñones 174 que engranan con el mecanismo de giro 166. Por tanto, los accionamientos auxiliares 172 pueden controlarse para hacer rotar el mecanismo de giro 166 cuando sea necesario para hacer girar los componentes accionados del sistema de transmisión de potencia 10 (por ejemplo, el árbol de rotor 120, el elemento de salida de caja de engranajes 80, el elemento de entrada de caja de engranajes 26, el árbol principal 16, etc.), que están acoplados operativamente al adaptador de extremo 160. Algunos de los accionamientos auxiliares 172 pueden usarse sólo durante el funcionamiento, mientras que otros pueden usarse sólo durante la instalación. Los accionamientos auxiliares 172 pueden comprender motores hidráulicos en algunas realizaciones.

El disco de freno 168 está fijado al mecanismo de giro 166 mediante pernos 176 que se extienden a través de separadores 178. Por tanto, el disco de freno 168 está soportado por el adaptador de extremo 160 a través del mecanismo de giro 166. En realizaciones alternativas, sin embargo, el disco de freno 168 puede estar fijado directamente al adaptador de extremo 160. Una o más pinzas de freno 180 están colocadas alrededor del disco de freno 168 y configuradas para aplicar una fuerza de frenado por fricción al disco de freno 168 durante operaciones de frenado. Las pinzas de freno 180 están soportadas por pletinas de montaje 182 fijadas a ambos lados de la pantalla NDE 140 o a una estructura fija en la góndola, fijando de ese modo las pinzas de freno 180 en relación con el disco de freno 168. La estructura para fijar las pletinas de montaje 182 no se muestra en las figuras por motivos de simplicidad. Además, aunque no se muestra, los accionamientos auxiliares 172, el mecanismo de giro 166 y el disco de freno 168 pueden estar alojados en una cubierta retirable fijada a la pantalla NDE 140.

Finalmente, el sistema de transmisión de potencia 10 incluye además un tubo de regulación de paso 186 que se extiende a través de la caja de engranajes 24 y el generador 28. El tubo de regulación de paso 186 alberga conductos hidráulicos (no mostrados) y/o cables eléctricos que discurren a través del árbol principal 16 (figura 2) hasta el buje 6 para controlar el sistema de regulación de paso de la turbina eólica 2. Si se desea, pueden estar previstos uno o más cojinetes (no mostrados) entre el tubo de regulación de paso 186 y el adaptador de extremo 160 para soportar el tubo de regulación de paso 186.

La disposición descrita anteriormente ofrece diversas ventajas para la fabricación, instalación y mantenimiento. Como se mencionó anteriormente, el/los cojinete(s) de generador 144 soporta(n) de manera rotatoria el elemento de salida de caja de engranajes 80 además del rotor 100 y, por tanto, representa(n) cojinetes "compartidos" o

“comunes” para la caja de engranajes 24 y el generador 28. Son deseables cojinetes comunes en sistemas de transmisión de potencia con cajas de engranajes y generadores integrados para reducir el número de componentes sujetos a desgaste, ahorrar costes de material, proporcionar una disposición compacta, etc. Al ubicar los cojinetes de generador 144 en el sistema de transmisión de potencia 10 entre el eje 142 y el árbol de rotor 120, estos objetivos pueden alcanzarse sin afectar a la integración de la caja de engranajes 24 y el generador 28. Los cojinetes de generador 144 no dependen de la caja de engranajes 24 para su soporte, lo que permite que el generador 28 se fabrique y ensamble por separado de la caja de engranajes 24.

Por ejemplo, el generador 28 puede fabricarse en una primera ubicación y la caja de engranajes 24 en una segunda ubicación. La caja de engranajes 24 y el generador 28 pueden transportarse después a una tercera ubicación para completar la integración. Durante el transporte de la caja de engranajes 24, la carcasa de caja de engranajes 26 puede soportar temporalmente el elemento de salida de caja de engranajes 80. Alternativamente, el elemento de salida de caja de engranajes 80 puede instalarse al completar la integración con el generador 28. Durante el transporte del generador 28, la pantalla DE 100 cubre el lado DE para ayudar a proteger los componentes internos. La integración de la caja de engranajes 24 y el generador 28 implica acoplar el elemento de salida de caja de engranajes 80 al árbol de rotor 120 y acoplar el lado NDE de la carcasa de generador 104 a la carcasa de caja de engranajes 32. La integración es más versátil porque no es necesario colocar los cojinetes de generador 144 entre la caja de engranajes 24 y el generador 28 para completar estas etapas. Las etapas pueden realizarse en ubicaciones distintas de los sitios de fabricación, incluyendo en o cerca del sitio en el que va a instalarse el sistema de transmisión de potencia 10 en una turbina eólica. De hecho, si se desea, la integración puede realizarse incluso “sobre la torre” después de subir por separado la caja de engranajes 24 y el generador 28 hasta la góndola de la turbina eólica. Subir la caja de engranajes 24 y el generador 28 por separado puede permitir usar una grúa con menor capacidad de izado para completar la instalación de la turbina eólica. Tales grúas son normalmente menos caras y están más fácilmente disponibles que las grúas con capacidades de izado suficientes para manipular cajas de engranajes y generadores integrados para turbinas eólicas de múltiples megavatios.

Una vez instalado el sistema de transmisión de potencia 10, la caja de engranajes 24 y el generador 28 pueden permanecer integrados incluso aunque se requiera el acceso a los cojinetes de generador 144 para inspección o mantenimiento. Para ello, las figuras 7A-7C ilustran cómo el rotor 100 puede soportarse temporalmente por la pantalla NDE 140 para permitir una retirada sencilla de los cojinetes de generador 144. Esto se consigue usando los elementos de desplazamiento 200 para mover el rotor 100 hacia la pantalla NDE 140. Como se mencionó anteriormente, los elementos de desplazamiento 200 en la realización mostrada son pernos alargados. Estos elementos de desplazamiento 200 se extienden a través de orificios de acceso 202 en la pantalla NDE 140 (y orificios de acceso 204 en el eje 142 si es necesario) antes de engancharse con orificios roscados 206, 208, 210 en el cuerpo de rotor 116, el elemento de aislamiento 134 y el árbol flotante 122. Los elementos de desplazamiento 200 pueden permanecer colocados en el generador 28 durante el funcionamiento o insertarse sólo cuando es necesario mover el rotor 100. En esta última situación, el adaptador de extremo 160 puede estar diseñado de modo que su retirada no sea necesaria para insertar los elementos de desplazamiento 200 a través de la pantalla NDE 142.

Cuando los elementos de desplazamiento 200 están totalmente enganchados con el cuerpo de rotor 116, el cuerpo de rotor 116 se separa del eje 142. Cada elemento de desplazamiento 200 incluye una parte de cabeza 212 que hace tope contra la pantalla NDE 140 e impide una inserción/enganche adicional. Como resultado, cuando se hacen rotar, los elementos de desplazamiento 200 tiran del cuerpo de rotor 116, del elemento de aislamiento 124 y del árbol flotante 122 hacia la pantalla NDE 140. Los expertos considerarán otras configuraciones y tipos de elementos de desplazamiento 200 para conseguir el mismo movimiento cuando se ajustan. Finalmente, el cuerpo de rotor 116 entra en contacto con el eje 142, que está configurado para soportar de manera no rotatoria el rotor 100. Por ejemplo, una parte que se extiende axialmente 214 del cuerpo de rotor 116 puede descansar sobre un reborde o brida 216 del eje 142 de modo que quede soportada radialmente por el mismo. El eje 142 puede estar diseñado para impedir un movimiento adicional del rotor 100 en la dirección axial también. Como puede apreciarse, el rotor 100 queda temporalmente “aparcado” sobre el eje 142 cuando se mueve hacia la pantalla NDE 140 de manera que los cojinetes de generador 144 ya no tienen que soportar de manera rotatoria el árbol de rotor 120.

Puede ser necesario o deseable retirar el adaptador de extremo 160 antes de insertar los elementos de desplazamiento 200 a través de la pantalla NDE 140 y/o antes de ajustar los elementos de desplazamiento 200 para mover el rotor 100. Esto puede conseguirse liberando los pernos 164 que fijan el adaptador de extremo 160 y el cartucho de cojinete 148 al árbol de rotor 120. El adaptador de extremo 160, el mecanismo de giro 166 y el disco de freno 168 pueden moverse entonces alejándose de la pantalla NDE 140 como un conjunto, suponiendo que las pinzas de freno 180 se han movido a una posición que permita tal movimiento. Alternativamente, el disco de freno 168, el mecanismo de giro 166 y el adaptador de extremo 160 pueden retirarse en etapas separadas (es decir, el disco de freno 168 puede retirarse en primer lugar del mecanismo de giro 166, que puede retirarse entonces del adaptador de extremo 160, que puede retirarse entonces del árbol de rotor 120).

Con el rotor 100 soportado de manera no rotatoria sobre el eje 142 y el adaptador de extremo 160 retirado, los cojinetes de generador 144 pueden retirarse libremente. El cartucho de cojinete 148 permite retirar los cojinetes de generador 144 como un conjunto (es decir, junto con el manguito interno 150 y el manguito externo 152), reduciendo así el número de etapas que deben efectuarse. La retirada puede facilitarse adicionalmente diseñando el rotor 100 para que entre en contacto con el cartucho de cojinete 148 a medida que el rotor 100 se mueve hacia el eje 142. Al

seguir moviendo el rotor 100 hacia su posición “aparcada” sobre el eje 142 se empuja el cartucho de cojinete 148 fuera del eje 142. El cartucho de cojinete 148 puede agarrarse entonces fácilmente y tirarse del mismo para completar la retirada. Para instalar nuevos cojinetes de generador, las etapas descritas anteriormente pueden realizarse entonces en orden inverso.

5 Como puede apreciarse, es posible acceder a los cojinetes de generador 144, retirarlos e instalarlos mientras el generador 28 permanece integrado con la caja de engranajes 24 (es decir, la carcasa de generador 104 puede permanecer acoplada a la carcasa de caja de engranajes 32 y el rotor 100 puede permanecer acoplado al elemento de salida de caja de engranajes 80). Además, el rotor 100 y el estator 102 pueden permanecer colocados dentro del generador 100 durante estos procedimientos. Es más, la pantalla NDE 140 puede permanecer en posición (es decir, acoplada a la carcasa de generador 104). Estos aspectos pueden reducir la complejidad y el tiempo asociados con los procedimientos de manera que el tiempo de inactividad de la turbina eólica y la pérdida de producción de energía pueden minimizarse.

15 Ventajosamente, el rotor 100 puede soportarse por el eje 142 no sólo para el mantenimiento de los cojinetes de generador 144, sino también para el transporte y otras operaciones de manipulación. Por ejemplo, el fabricante del generador puede ensamblar el generador 28 con el rotor 100 aparcado sobre el eje 142 de la manera descrita anteriormente. Esto aligera las cargas sobre los cojinetes de generador 144 y ayuda a impedir un desgaste u otros daños que pueden provocarse debido a periodos de inactividad antes del funcionamiento. De hecho, el generador 28 puede incluso suministrarse sin los cojinetes de generador 144 instalados. La instalación de los cojinetes de generador 144 (y del cartucho de cojinete 148, si está presente) puede realizarse en una fase posterior, tal como antes o después de la integración de la caja de engranajes 24 y el generador 28.

20 Las realizaciones descritas anteriormente son meramente ejemplos de la invención definida por las reivindicaciones que aparecen a continuación. Los expertos en el diseño de generadores de turbinas eólicas considerarán ejemplos, modificaciones y ventajas adicionales a partir de la descripción. La figura 8, por ejemplo, ilustra una realización de un generador 228 que incorpora varias de las variaciones mencionadas anteriormente. Se usan los mismos números de referencia en la figura para referirse a estructuras correspondientes. Como puede observarse, el elemento de salida de caja de engranajes 80 en esta realización se extiende al interior del árbol de rotor 120 y está acoplado directamente al mismo mediante un acoplamiento acanalado 230; no hay ningún árbol flotante o similar. La posición del acoplamiento acanalado 230 puede seleccionarse para ayudar a ajustar el comportamiento dinámico del sistema de transmisión de potencia 10. Por tanto, aunque el acoplamiento acanalado 230 se muestra en o cerca de partes de extremo del elemento de salida de caja de engranajes 80 y el árbol de rotor 120, el acoplamiento acanalado 230 puede estar colocado alternativamente en otro lugar a lo largo de la longitud del árbol de rotor 120.

25 El propio árbol de rotor puede tener una forma diferente debido a esta disposición de acoplamiento diferente con el elemento de salida de caja de engranajes 80. En particular, el árbol de rotor 120 puede incluir una parte a modo de disco o cono 232 que se extiende más radialmente (en comparación con la realización de las figuras 3-7C) antes de acoplarse al cuerpo de rotor 116. El acoplamiento puede conseguirse mediante pernos 234, y cada perno 234 puede estar rodeado por un elemento de aislamiento 236 para ayudar a impedir la transferencia de corrientes eléctricas del cuerpo de rotor 116 al árbol de rotor 120 y al elemento de salida de caja de engranajes 80. Los cojinetes de generador 144 en la realización de la figura 8 todavía están colocados entre el árbol de rotor 120 y el eje 142, pero no están alojados en un cartucho de cojinete. Otro elemento no mostrado en la figura 8 es un mecanismo de giro fijado al adaptador de extremo 160. Un mecanismo de giro y uno o más accionamientos auxiliares pueden estar colocados en cambio en otro lugar en el sistema de transmisión de potencia 10, tal como entre la caja de engranajes 24 y el generador 28.

30 Al igual que la forma del rotor 100 puede ser diferente en realizaciones alternativas, la misma consideración puede aplicarse al eje 142. Aunque no se muestra en el presente documento, el eje podría extenderse, por ejemplo, en la dirección axial hacia fuera desde el generador (es decir, alejándose de los lados DE y NDE) en lugar de hacia dentro. El árbol de rotor tendría que extenderse más para quedar rodeado por el eje en una realización de este tipo.

35 De nuevo, los expertos considerarán estas y otras variaciones. Esto es particularmente cierto con respecto a la disposición de los cojinetes de generador 144 en relación al eje 142. Por ejemplo, aunque las figuras 3-8 ilustran el eje 142 colocado radialmente hacia fuera en relación con el árbol de rotor 120 de modo que rodea los cojinetes de generador 144, la posición del eje y el árbol de rotor puede invertirse en realizaciones alternativas. Es decir, el eje puede colocarse radialmente hacia dentro en relación con el árbol de rotor de manera que el árbol de rotor rodee los cojinetes de generador. La figura 9 muestra un ejemplo de un generador 328 según una realización de este tipo, usando los mismos números de referencia para referirse a estructuras correspondientes a las de las figuras 3-8. Sólo se describen a continuación las diferencias con respecto a las realizaciones anteriores.

40 El elemento de salida de caja de engranajes 80 en la figura 9 está acoplado a un adaptador de árbol 330, que a su vez está acoplado al árbol de rotor 120 (por ejemplo, mediante un acoplamiento acanalado 332). El árbol de rotor 120 se extiende axialmente dentro del generador 28 y tiene un diámetro interno mayor que el eje 142. Por tanto, el eje 142 se extiende desde la pantalla NDE 140 al interior del árbol de rotor 120. Los cojinetes de generador 144 están colocados entre el eje 142 y el árbol de rotor 120. De manera similar a las otras realizaciones comentadas anteriormente se muestran los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b. Los cojinetes de generador

5 primero y segundo 144a, 144b están separados y pueden estar ubicados axialmente usando una placa de extremo 334 sobre un extremo del eje 142, un separador 336 colocado entre los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b, y una placa de extremo 338 sobre el árbol de rotor 120. Dado que el árbol de rotor 120 rodea los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b, el árbol de rotor 120 y el cuerpo de rotor 116 pueden estar diseñados de modo que el rotor 100 tenga un centro de masa ubicado en un plano entre los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b. Esto proporciona una distribución aún más uniforme de cargas entre los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b, especialmente cuando el plano está centrado entre los cojinetes de generador primero y segundo 144a, 144b.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de transmisión de potencia para una turbina eólica, que comprende:
una caja de engranajes (24) que tiene una carcasa de caja de engranajes (32) y un elemento de salida de
caja de engranajes (80) que se extiende desde la carcasa de caja de engranajes (32); y
5 un generador (28) que incluye:
una carcasa de generador (104) acoplada a la carcasa de caja de engranajes (32);
un estator (102) soportado por la carcasa de generador (104);
un rotor (100) colocado dentro de la carcasa de generador (104), teniendo el rotor (100) un árbol de
rotor (120) acoplado al elemento de salida de caja de engranajes (80) para accionarse por el mismo
10 y un cuerpo de rotor (116) soportado por el árbol de rotor (120), extendiéndose al menos una parte
del árbol de rotor (120) en una dirección axial, en el que el rotor (100) puede rotar dentro de la
carcasa de generador (104) y divide eficazmente la carcasa de generador (104) en un lado de
extremo de accionamiento y un lado de extremo no de accionamiento, estando el lado de extremo de
15 accionamiento acoplado a la carcasa de caja de engranajes (32), estando el estator (102) soportado
entre los lados de extremo de accionamiento y de extremo no de accionamiento;
una pantalla de extremo no de accionamiento (140) acoplada al lado de extremo no de
accionamiento de la carcasa de generador (104);
un eje (142) que se extiende desde la pantalla de extremo no de accionamiento (140) en la dirección
axial, estando el eje (142) formado de manera solidaria con o fijado a la pantalla de extremo no de
20 accionamiento (140); y
al menos un cojinete de generador (144) colocado entre el árbol de rotor (120) y el eje (142), en el
que el al menos un cojinete de generador (144) soporta el elemento de salida de caja de engranajes
(80) y el árbol de rotor (120).
2. Sistema de transmisión de potencia según la reivindicación 1, en el que el eje (142) se extiende en la
25 dirección axial hacia el lado de extremo de accionamiento de la carcasa de generador (104).
3. Sistema de transmisión de potencia según la reivindicación 1, en el que el eje (142) es un componente
independiente fijado a la pantalla de extremo no de accionamiento (140).
4. Sistema de transmisión de potencia según la reivindicación 3, en el que el eje (142) está formado de
manera solidaria con la pantalla de extremo no de accionamiento (140).
- 30 5. Sistema de transmisión de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el eje (142)
está colocado radialmente hacia fuera en relación con el árbol de rotor (120) y el al menos un cojinete de
generador (144); o
el eje (142) está colocado radialmente hacia dentro en relación con el árbol de rotor (120) y el al menos un
cojinete de generador (144).
- 35 6. Sistema de transmisión de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende
además:
un mecanismo de giro (166) acoplado al árbol de rotor (120); y
al menos un accionamiento auxiliar (172) montado en la pantalla de extremo no de accionamiento (140) y
40 configurado para hacer rotar el mecanismo de giro (166) a través de un respectivo piñón (174) que engrana
con el mecanismo de giro (166).
7. Sistema de transmisión de potencia según la reivindicación 6, que comprende además:
un adaptador de extremo (160) acoplado al árbol de rotor (120) y que se extiende fuera de la carcasa de
generador (104), estando acoplado el mecanismo de giro (166) al árbol de rotor (120) a través del
adaptador de extremo (160);
45 un disco de freno (168) soportado por el adaptador de extremo (160); y
al menos una pinza de freno (180) colocada alrededor del disco de freno (168) y configurada para aplicar
fricción al mismo.
8. Sistema de transmisión de potencia según la reivindicación 7, en el que la pinza de freno (180) está

montada en la pantalla de extremo no de accionamiento (140).

- 5 9. Sistema de transmisión de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un cojinete de generador (144) comprende cojinetes de generador primero y segundo (144a, 144b) separados uno de otro, y en el que además el rotor (100) tiene un centro de masa ubicado en un plano entre los cojinetes de generador primero y segundo (144a, 144b); y/o
- el generador (28) incluye además un cartucho de cojinete (148) que aloja el al menos un cojinete de generador (144); y/o
- el al menos un cojinete de generador (144) es el único soporte rotatorio para el elemento de salida de caja de engranajes (80) y el árbol de rotor (120); y/o
- 10 el generador (20) incluye además una pantalla de extremo de accionamiento (110) acoplada a y que cubre el lado de extremo de accionamiento de la carcasa de generador (104).
10. Método de ensamblaje o mantenimiento de un sistema de transmisión de potencia para una turbina eólica, que comprende:
- 15 proveer una caja de engranajes (24) que tiene una carcasa de caja de engranajes (32) y un elemento de salida de caja de engranajes (80) que se extiende desde la carcasa de caja de engranajes (32);
- proveer un generador (28) que tiene una carcasa de generador (104), un estator (102) soportado por la carcasa de generador (32) y un rotor (100) colocado dentro de la carcasa de generador (104), en el que el rotor (100) puede rotar dentro de la carcasa de generador (104) y divide eficazmente la carcasa de generador en un lado de extremo de accionamiento y un lado de extremo no de accionamiento, estando el estator soportado entre los lados de extremo de accionamiento y de extremo no de accionamiento, incluyendo además el generador una pantalla de extremo no de accionamiento (140) acoplada al lado de extremo no de accionamiento y un eje (142) que se extiende desde la pantalla de extremo no de accionamiento en una dirección axial, estando el eje (142) formado de manera solidaria con o fijado a la pantalla de extremo no de accionamiento, y teniendo el rotor (100) un árbol de rotor (120) que se extiende en la dirección axial y un cuerpo de rotor (116) soportado por el árbol de rotor (120);
- 20 25 colocar al menos un cojinete de generador (144) entre el árbol de rotor (120) y el eje (142), en el que el al menos un cojinete de generador (144) soporta el elemento de salida de caja de engranajes (80) y el árbol de rotor (120); y
- 30 acoplar el lado de extremo de accionamiento de la carcasa de generador (104) a la carcasa de caja de engranajes (32); y acoplar el árbol de rotor (120) al elemento de salida de caja de engranajes (80).
11. Método según la reivindicación 10, en el que la carcasa de generador (104) se acopla a la carcasa de caja de engranajes (32) y el árbol de rotor (120) se acopla al elemento de salida de caja de engranajes (80) antes de colocar el al menos un cojinete de generador (144).
12. Método según las reivindicaciones 10 u 11, que comprende además:
- 35 retirar el al menos un cojinete de generador (144) del generador (20), en el que la carcasa de generador (104) permanece acoplada a la carcasa de caja de engranajes (104) y el árbol de rotor (120) permanece acoplado al elemento de salida de caja de engranajes (80) mientras se retira el al menos un cojinete de generador (144); o
- 40 retirar el al menos un cojinete de generador (144) del generador (20), en el que la carcasa de generador (104) permanece acoplada a la carcasa de caja de engranajes (104) y el árbol de rotor (120) permanece acoplado al elemento de salida de caja de engranajes (80) mientras se retira el al menos un cojinete de generador (144), en el que la pantalla de extremo no de accionamiento permanece acoplada a la carcasa de generador (104) mientras se retira el al menos un cojinete de generador (144).
13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende además:
- 45 mover el rotor (100) hacia la pantalla de extremo no de accionamiento hasta que el rotor entra en contacto con el eje (142), en el que el rotor (100) incluye una parte que termina axialmente y el eje (142) incluye un reborde (216) enfrentado a la parte que se extiende axialmente, y en el que además el reborde (216) soporta radialmente la parte que se extiende axialmente cuando el rotor se mueve hacia la pantalla de extremo no de accionamiento (140); o
- 50 mover el rotor (100) hacia la pantalla de extremo no de accionamiento hasta que el rotor entra en contacto con el eje (142), en el que el rotor (100) incluye una parte que termina axialmente y el eje (142) incluye un reborde (216) enfrentado a la parte que se extiende axialmente, y en el que además el reborde (216) soporta radialmente la parte que se extiende axialmente cuando el rotor se mueve hacia la pantalla de

extremo no de accionamiento (140), en el que mover el rotor hacia la pantalla de extremo no de accionamiento (140) comprende:

- 5
- tirar del rotor (100) hacia la pantalla de extremo no de accionamiento (140) ajustando elementos de desplazamiento que se extienden a través de la pantalla de extremo no de accionamiento y enganchan el rotor.
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que colocar el al menos un cojinete de generador comprende insertar un cartucho de cojinete entre el árbol de rotor y el eje, estando el al menos un cojinete de generador (144) alojado dentro del cartucho de cojinete (148).

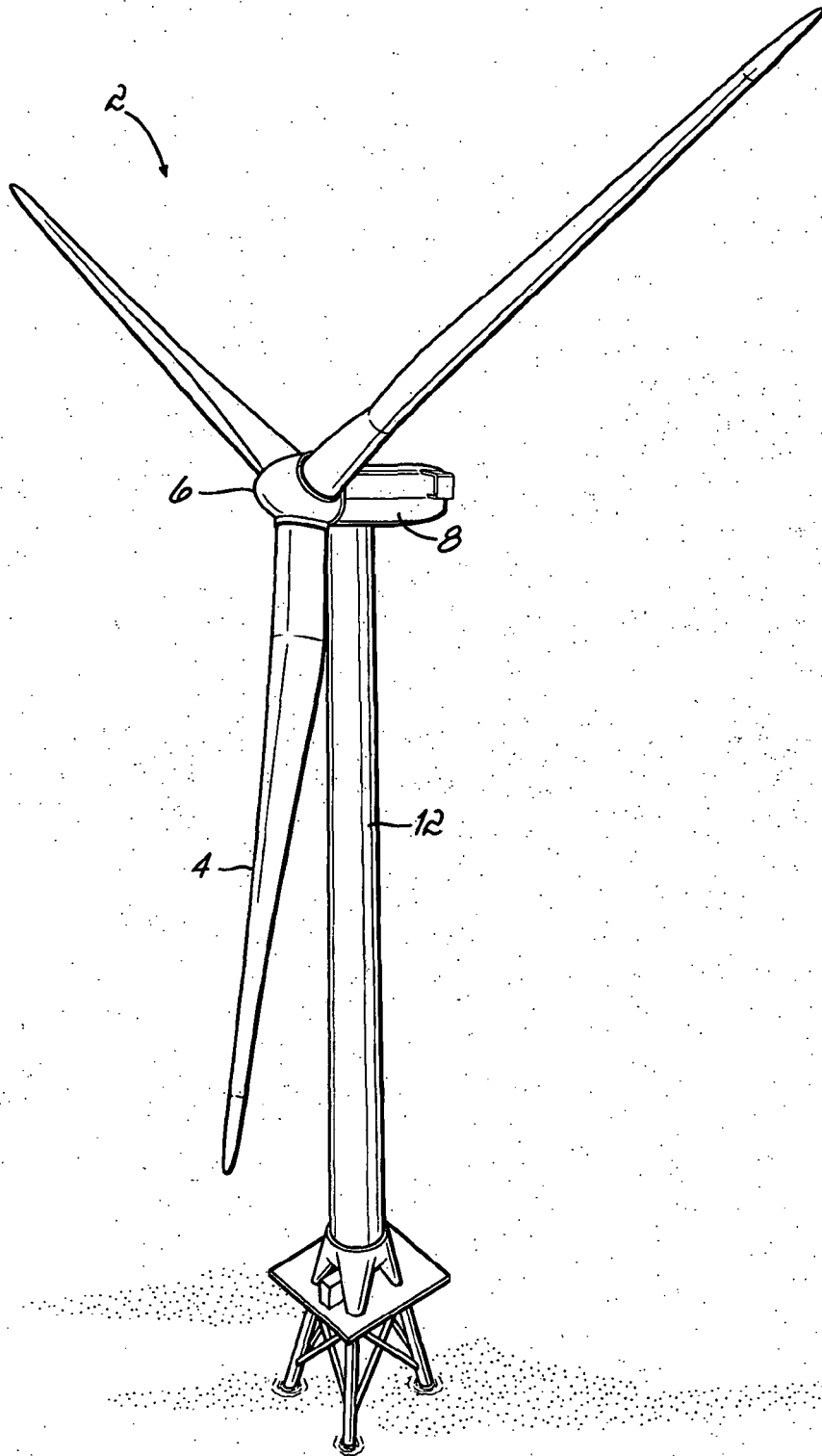


FIG. 1

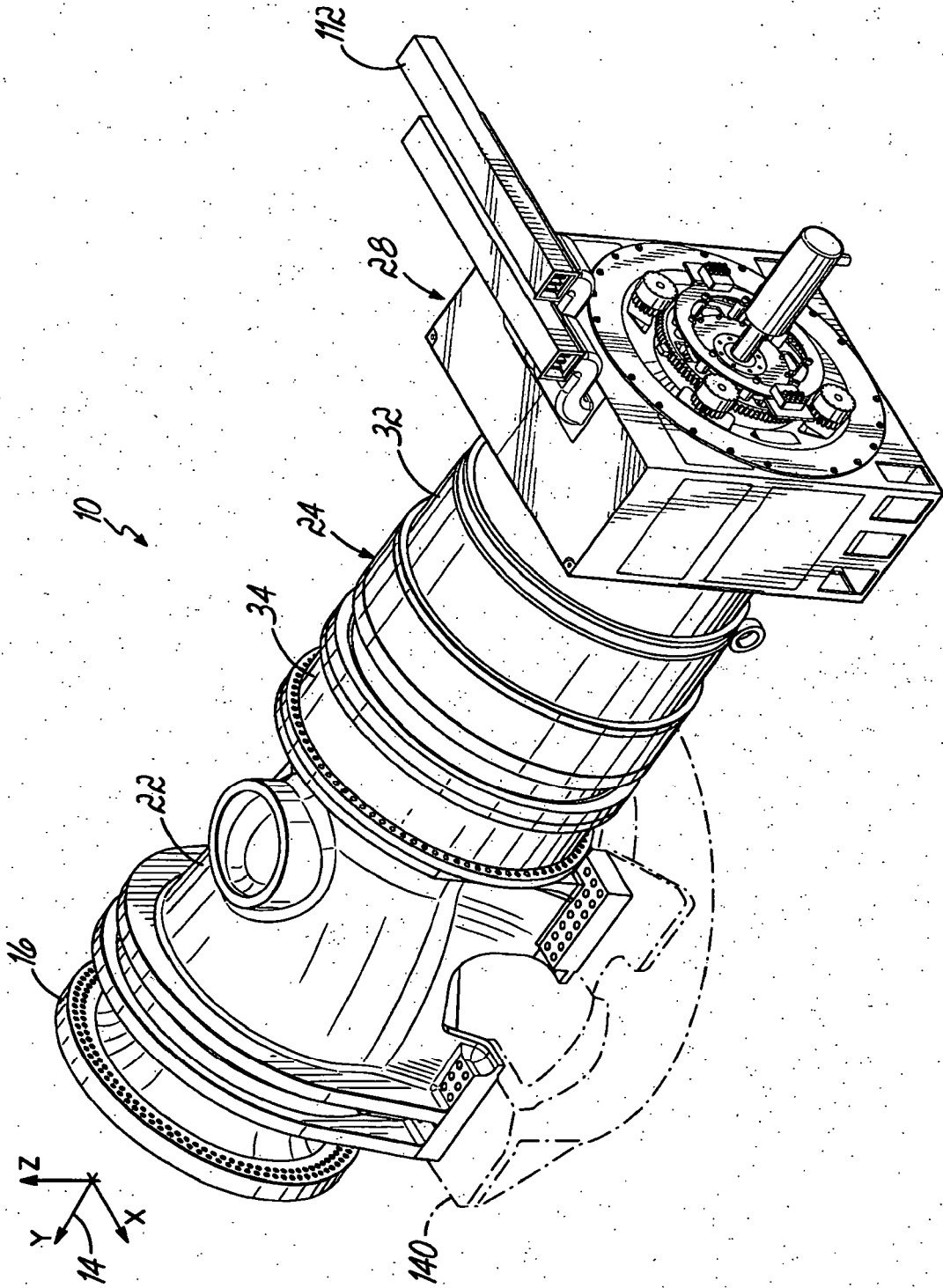


FIG. 2

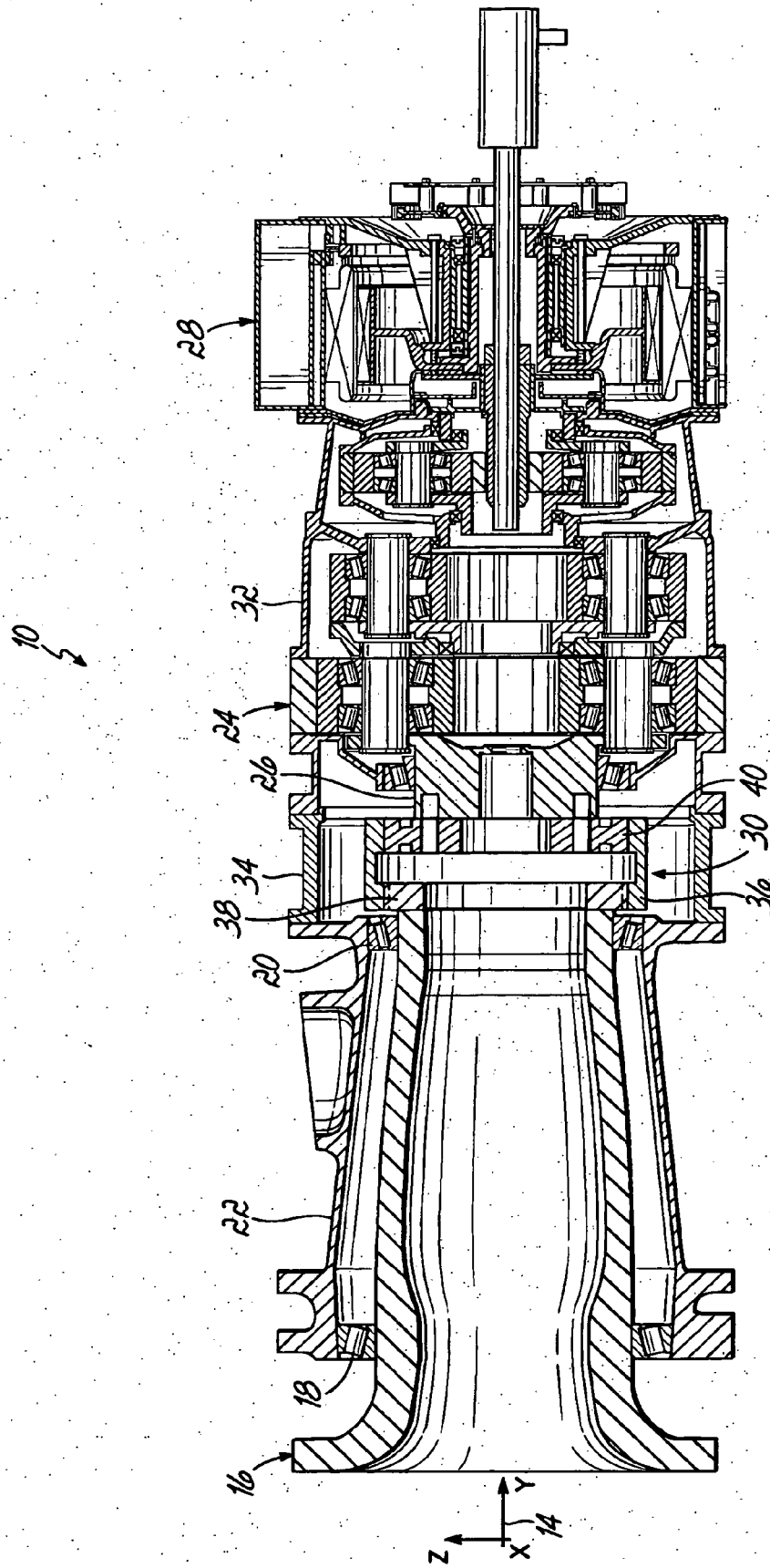


FIG. 3

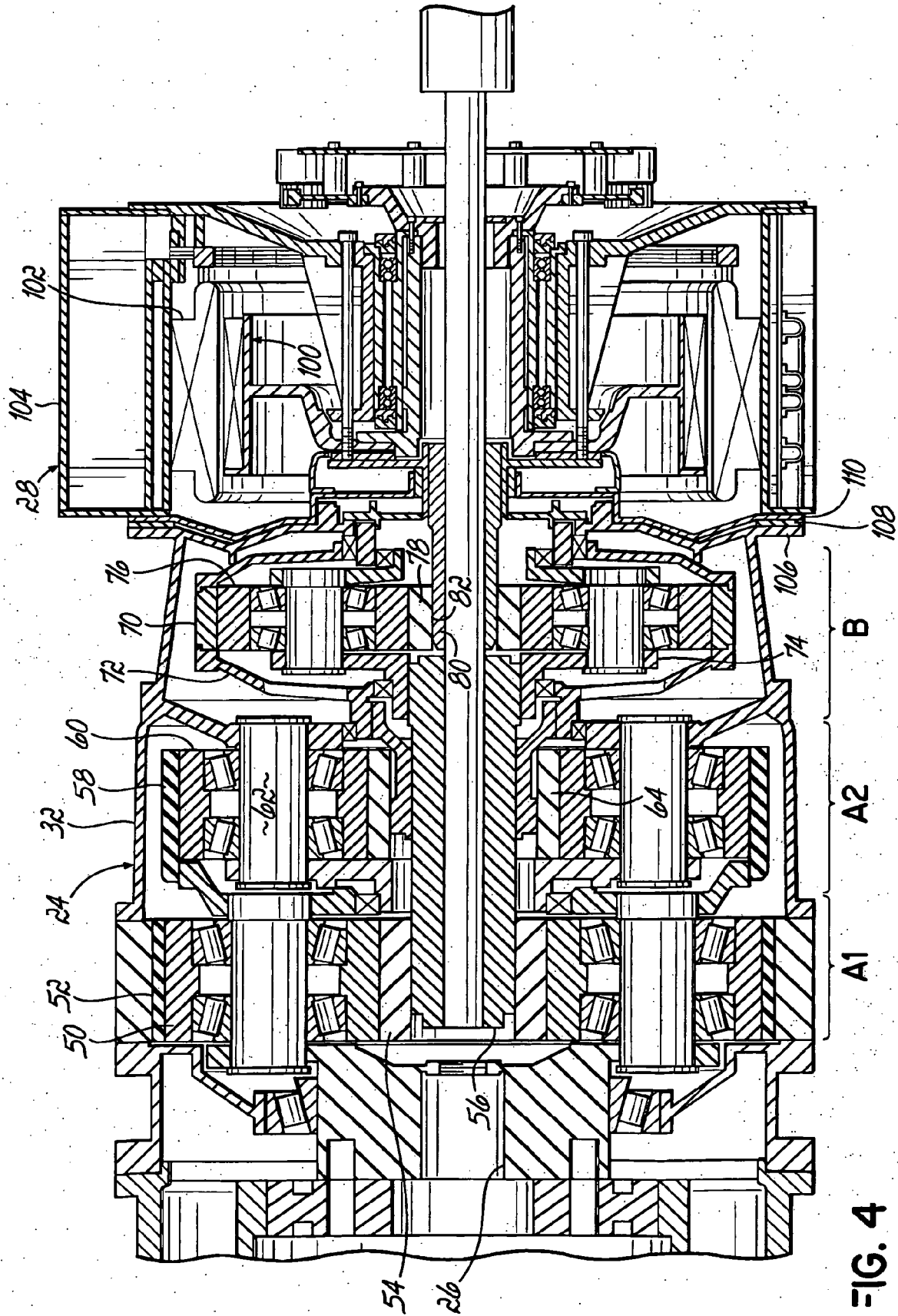


FIG. 4

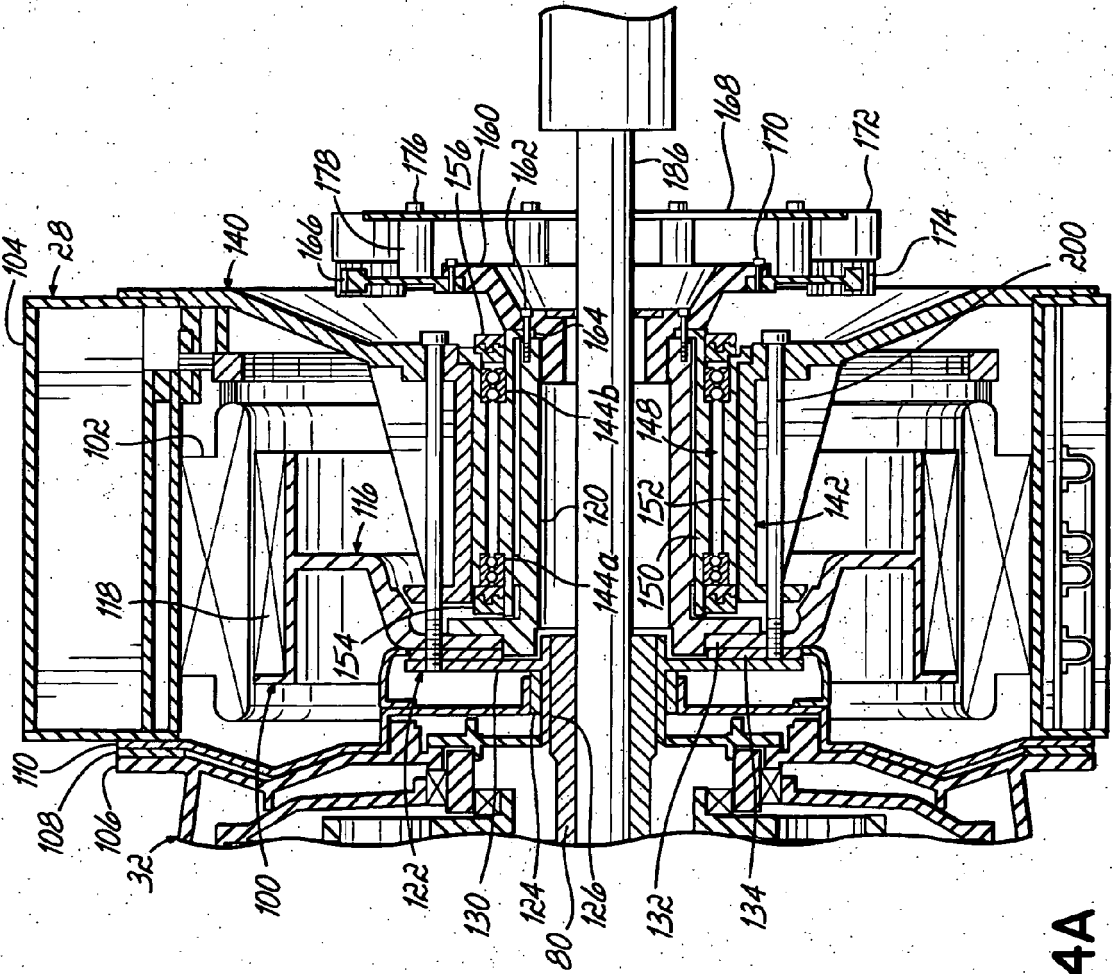


FIG. 4A

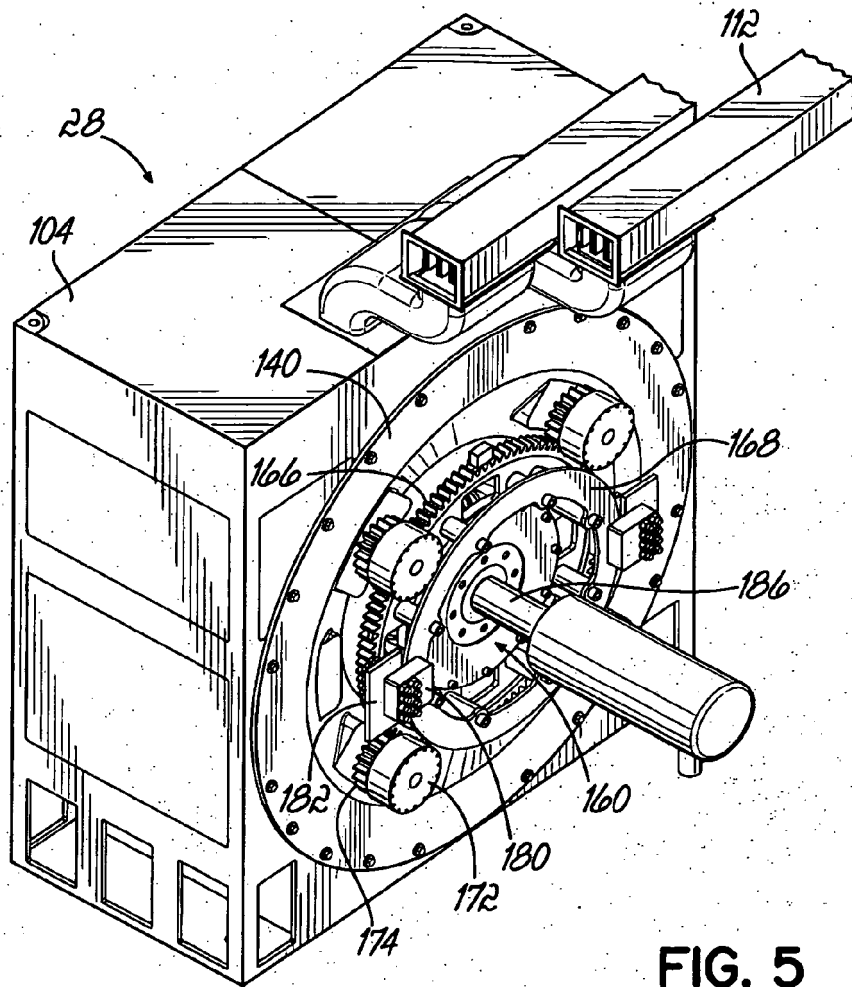


FIG. 5

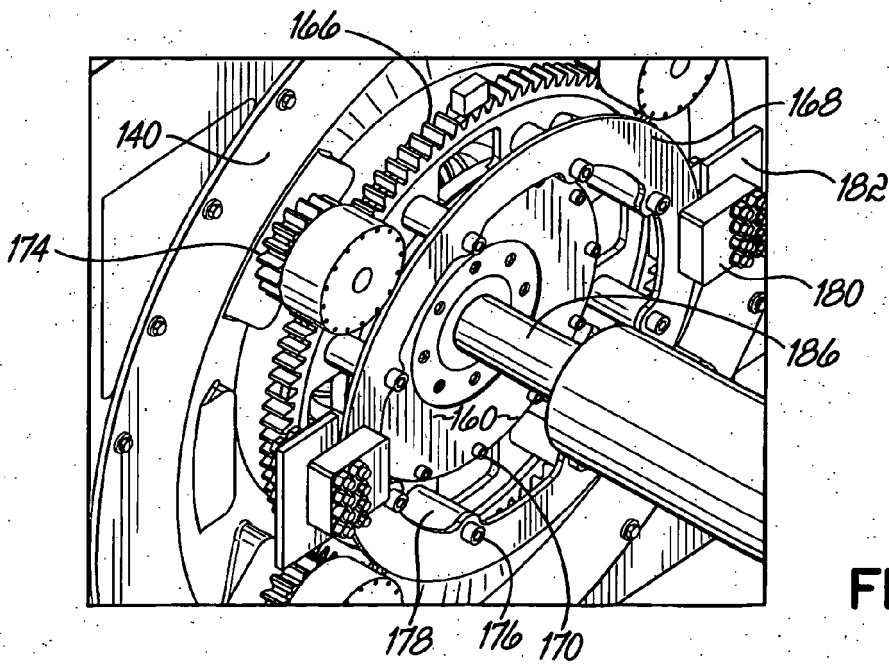


FIG. 6

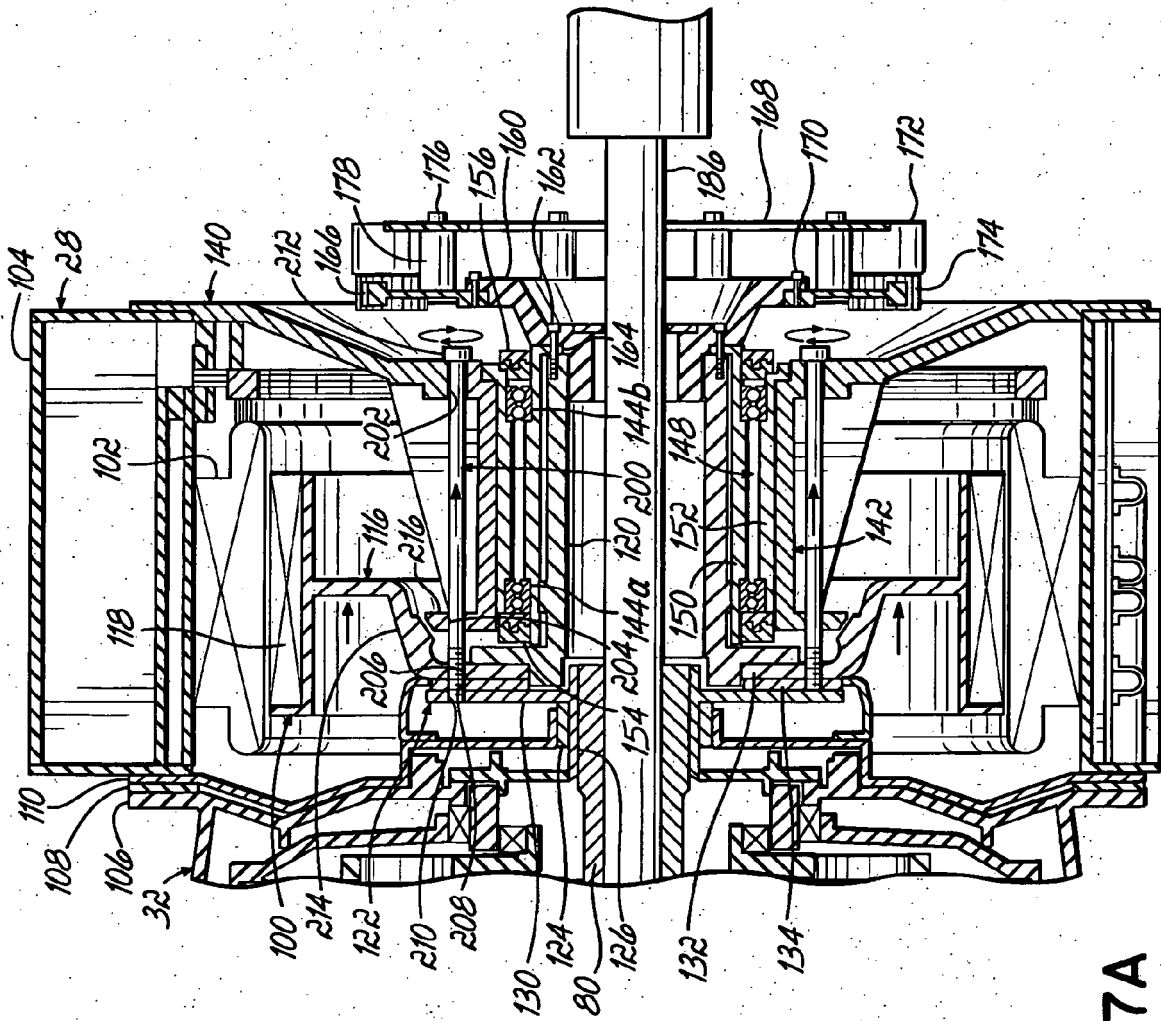


FIG. 7A

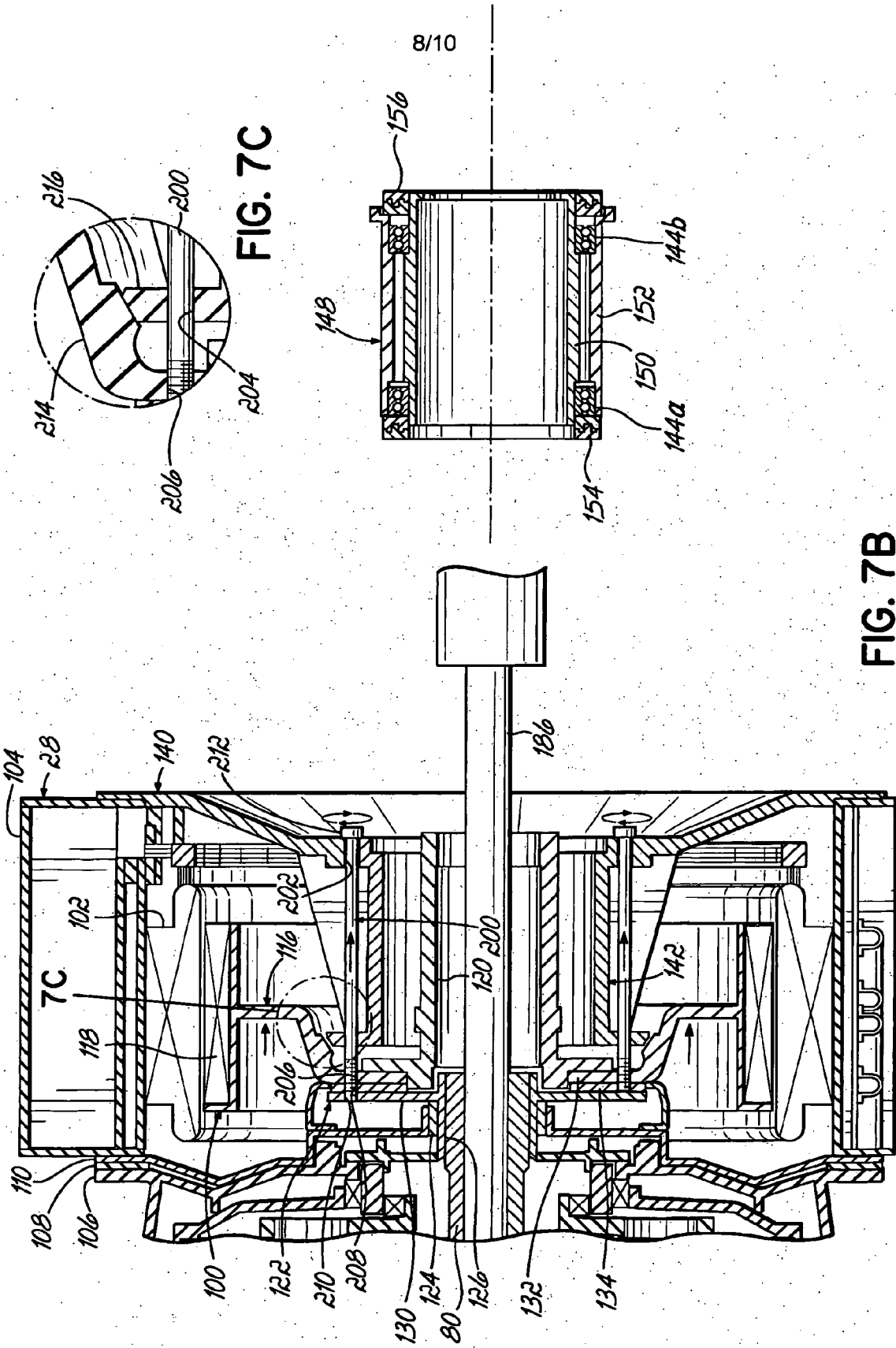
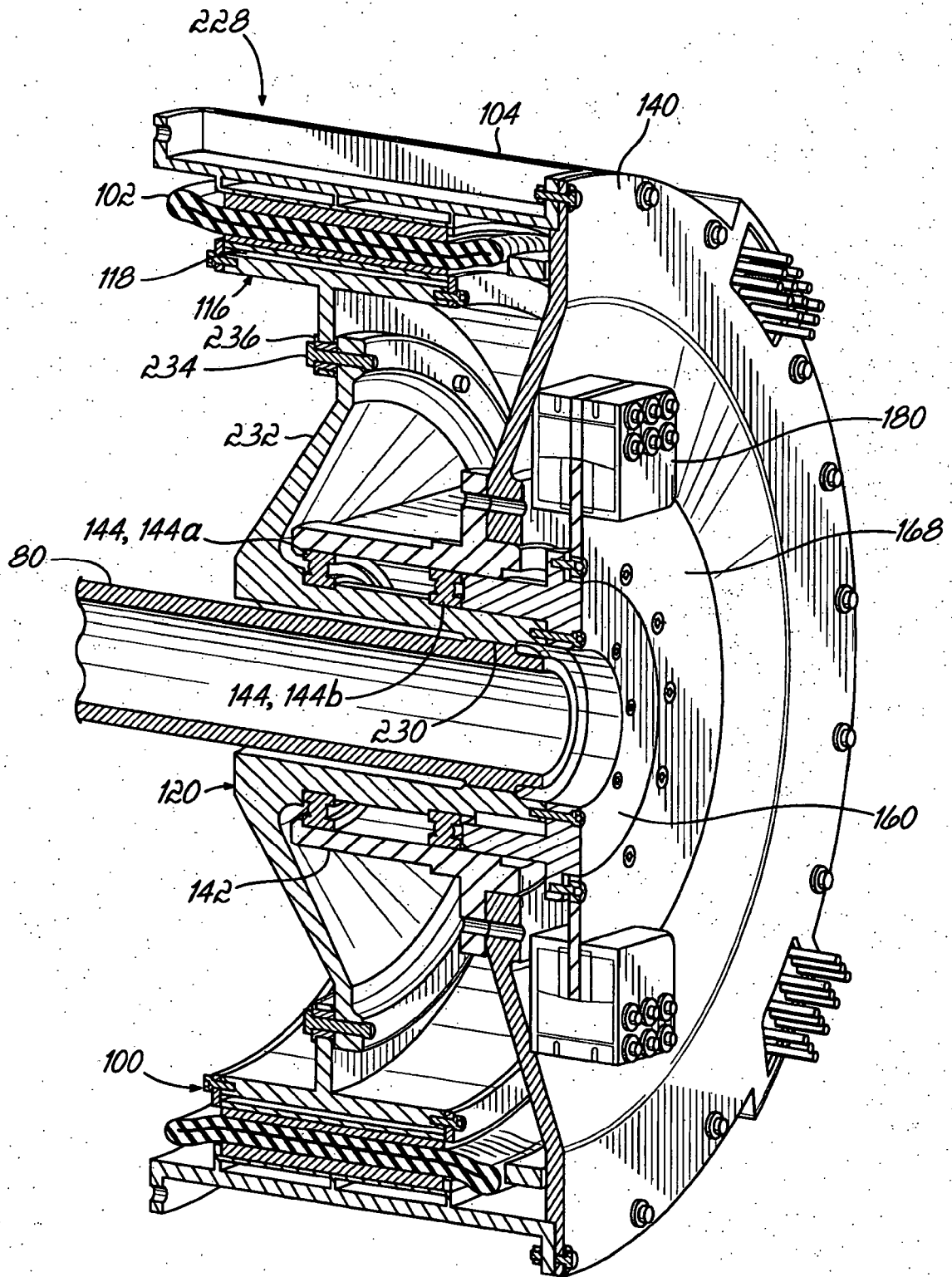


FIG. 7B

FIG. 7C



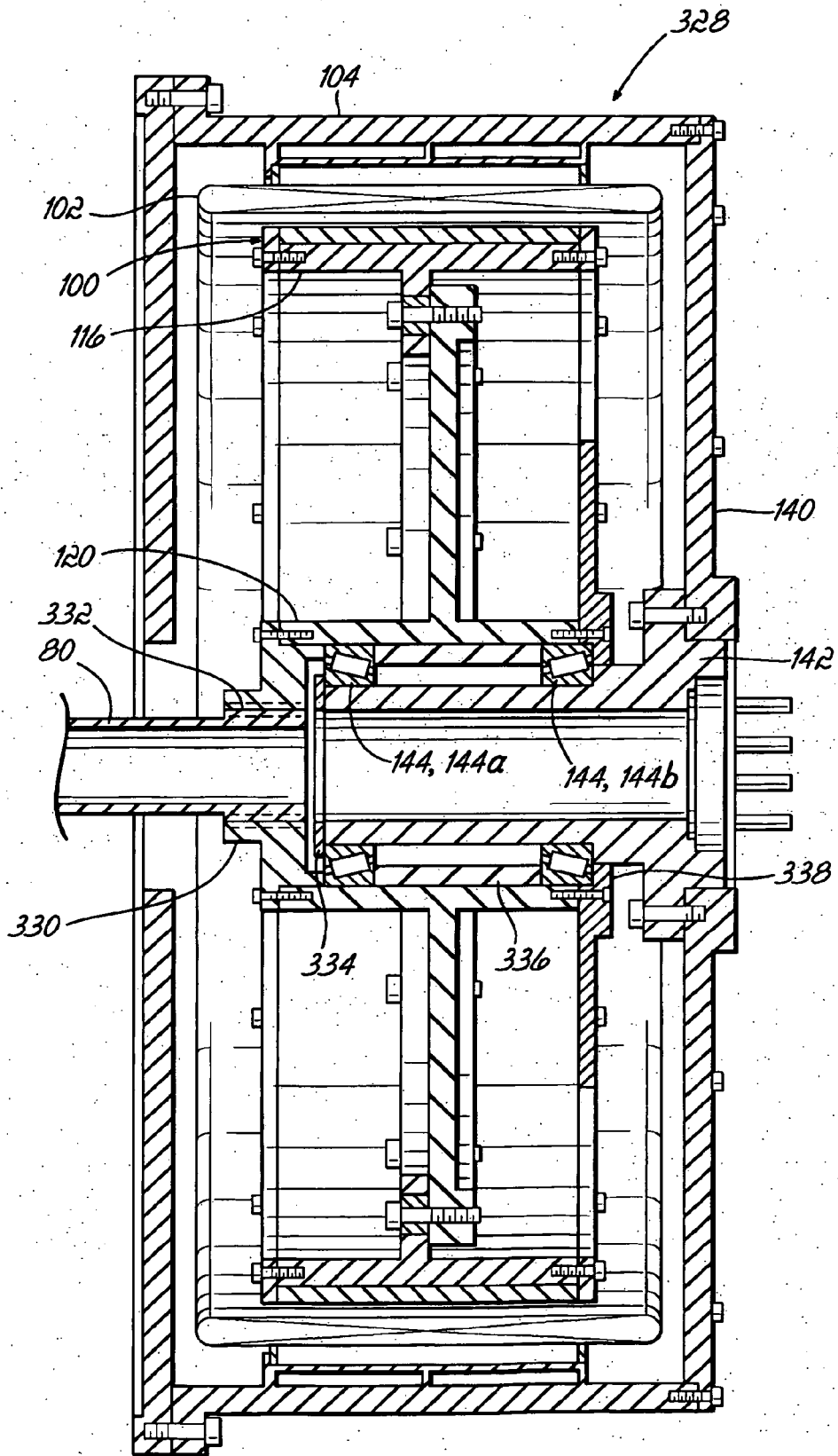


FIG. 9