

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 461 543**

51 Int. Cl.:

F16H 57/08 (2006.01)

F16H 1/48 (2006.01)

F03D 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2012 E 12180386 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 2559917**

54 Título: **Husillo para sistema de engranaje planetario**

30 Prioridad:

16.08.2011 US 201113210716

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

20.05.2014

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**MINADEO, ADAM DANIEL;
ERNO, DANIEL JASON;
PATEL, PRIYANGU CHUNILA y
LOPEZ, FULTON JOSE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 461 543 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

Husillo para sistema de engranaje planetario

La presente divulgación se refiere en general a sistemas de engranaje planetario, y más en particular a husillos elásticos que acoplan engranajes planetarios a soportes en sistemas de engranajes planetarios.

5 La energía eólica es considerada como una de las fuentes de energía más limpia y ecológica actualmente disponible, y en este sentido los aerogeneradores han conseguido mayor atención. Un aerogenerador moderno incluye típicamente una torre, un generador, una caja de engranajes, una góndola, y una o más palas de rotor. Las palas de rotor capturan energía cinética del viento usando principios aerodinámicos conocidos. Las palas de rotor transmiten la energía cinética en forma de energía de rotación para de este modo hacer girar un eje que acopla las
10 palas de rotor a un sistema de engranaje, o si no se usa un sistema de engranaje, directamente al generador. El generador convierte entonces la energía mecánica en energía eléctrica que puede utilizarse en una red de suministro.

15 La alineación apropiada de los dientes de engrane de engranajes adyacentes en un sistema de engranaje, y en particular un sistema de engranaje planetario, es importante para la distribución apropiada de cargas. Sin embargo, en muchos sistemas de engranaje actuales, varios factores de diseño y de funcionamiento evitan la alineación apropiada de los dientes de engrane. Por ejemplo, las tolerancias de fabricación y de diseño para los diversos engranajes, que tienen típicamente perfiles de engranaje evolvente, pueden causar desalineación entre los dientes de engrane de los engranajes adyacentes. Además, y en particular para los sistemas de engranaje en
20 aerogeneradores, varios componentes del sistema de engranaje tal como el soporte experimentan torsión y/o flexión durante la operación. Esta torsión y flexión son causadas típicamente por la carga de un árbol de entrada del sistema de engranaje y la torsión y flexión del mismo. La torsión y flexión pueden causar desalineación adicional entre los dientes de engrane de los engranajes adyacentes en el sistema de engranaje.

25 Las desalineaciones entre los engranajes adyacentes en un sistema de engranaje pueden tener resultados potencialmente catastróficos para el sistema de engranaje, en la configuración del aerogenerador, para el propio aerogenerador. Por ejemplo, las desalineaciones pueden hacer que las cargas experimentadas por varios engranajes en el sistema de engranaje, aumenten en dos o más veces los límites de carga designados. De este modo, los engranajes que experimentan esta mayor carga pueden dañarse o fallar durante la operación del sistema de engranaje, dando potencialmente como resultado un fallo del sistema de engranaje.

El documento US 5.102.379 divulga un sistema de engranaje planetario según el preámbulo de la reivindicación 1.

30 De este modo, se desearía en la técnica un sistema de engranaje mejorado, tal como un sistema de engranaje planetario mejorado. Por ejemplo, sería ventajoso un sistema de engranaje con características mejoradas de distribución de carga.

Varios aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden resultar evidentes a partir de la descripción, o pueden aprenderse a través de la puesta en práctica de la invención.

35 Según la invención, el sistema de engranaje planetario incluye un engranaje planetario que define un eje planetario central, un soporte dispuesto adyacente al engranaje planetario, y un husillo que se extiende desde el soporte a través del engranaje planetario generalmente a lo largo del eje planetario central. El husillo incluye un primer extremo, un segundo extremo, y una superficie exterior que se extiende entre los mismos. El husillo, comprende, además, agujeros perforados que se extienden desde la superficie exterior generalmente a lo largo del eje
40 planetario central y al menos parcialmente a través del husillo.

Varias características, aspecto y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos anexos, que se incorporan y constituyen parte integrante de esta memoria, ilustran realizaciones de la invención, y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención: En los dibujos;

45 La figura 1 es una vista en perspectiva de un aerogenerador según la presente divulgación;
La figura 2 es una vista en perspectiva de despiece ordenado de un sistema de engranaje planetario según una realización de la presente divulgación;
La figura 3 es una vista en sección transversal de un sistema de engranaje planetario con un husillo según una realización de la presente divulgación;

La figura 4 es una vista en perspectiva en sección transversal de un husillo según otra realización de la presente divulgación;

La figura 5 es una vista en perspectiva en sección transversal de un husillo según una realización adicional de la presente divulgación que no se reivindica; y

5 La figura 6 es una vista en perspectiva en sección transversal de un husillo según una realización adicional más de la presente divulgación.

Ahora se hará referencia en detalle a realizaciones de la invención, de las cuales se ilustran uno o más ejemplo en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo explicativo de la invención y no limitativo de la invención. De hecho, será evidente para el experto en la técnica que se pueden realizar varias modificaciones y variaciones en la presente invención sin salirse del ámbito de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización se pueden usar con otra realización para conseguir otra realización más. De este modo, se pretende que la presente invención cubra tales modificaciones y variaciones como se inscribe en el alcance de las reivindicaciones anexas y sus equivalentes.

10 La figura 1 ilustra un aerogenerador 10 de construcción convencional. El aerogenerador 10 incluye una torre 12 con una góndola 14 montada en la misma. Una pluralidad de palas de rotor 16 están montadas en un cubo de rotor 18, que están, a su vez, conectadas a un reborde principal que hace girar un árbol principal de rotor, como se menciona más adelante. Los componentes de generación de energía de aerogenerador y de control están alojados dentro de la góndola 14. Se proporciona la vista de la figura 1 con fines ilustrativos solo para disponer la presente invención en un campo de uso ejemplar. Cabe apreciar que la invención no se limita a ningún tipo particular de configuración de aerogenerador.

15 La figura 2 ilustra una realización de un sistema de engranaje planetario 20 según la presente divulgación. Un árbol de entrada (no mostrado) puede proporcionar una carga de entrada al sistema 20. En las realizaciones en las que el sistema 20 está incluido en un aerogenerador 10, el sistema 20 puede proporcionar una carga de salida a un generador (no mostrado), como es generalmente conocido en la técnica, de este modo, durante la operación, la carga de entrada a una velocidad de rotación de entrada se transmite a través del sistema de engranaje planetario 20 y se proporciona como carga de salida a una velocidad de rotación de salida al generador.

20 Durante la operación, el árbol de entrada puede ser sometido a una variedad de cargas. Por ejemplo, el árbol de entrada puede experimentar cargas de flexión durante la operación. El sistema de engranaje planetario 20 de la presente divulgación, como se menciona más adelante, incluye ventajosamente características mejoradas de distribución de cargas. Estas características de distribución de cargas pueden reducir o evitar que los diversos componentes del sistema de engranaje planetario experimenten mayores cargas debidas a una desalineación causada por la transmisión de las cargas de flexión u otras cargas a los mismos. Además, las características de distribución de cargas pueden reducir o evitar que los diversos componentes del sistema de engranaje planetario experimenten mayores cargas debidas a la desalineación causada por las tolerancias de fabricación y diseño.

25 Reduciendo o evitando tales mayores cargas de los diversos componentes del sistema 20, tal como los diversos engranajes, las características mejoradas de distribución de cargas pueden aumentar la vida útil del sistema 20 y, en algunas realizaciones, un aerogenerador 10 en el que se incorpora el sistema 20.

30 En realizaciones ejemplares, el sistema de engranaje planetario 20 es un sistema de engranaje planetario 20 de una sola etapa. De este modo, la velocidad de rotación de entrada puede convertirse en la velocidad de rotación de salida a través de una sola etapa de varios engranajes conjugados, como se discute a continuación. Alternativamente, sin embargo, el sistema de engranaje planetario 20 puede ser un sistema de engranaje planetario 20 de múltiples etapas, y la velocidad de rotación de entrada puede convertirse en la velocidad de rotación de salida a través de múltiples etapas de varios engranajes conjugados.

35 El sistema de engranaje planetario 20 incluye un soporte 24 y una pluralidad de engranajes. Por ejemplo, el sistema de engranaje planetario 20 en las realizaciones ejemplares como se muestra incluye un engranaje anular 26, uno o más engranajes planetarios 28, y un engranaje solar 30. El sistema 20 puede incluir uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho o más engranajes planetarios 28. Cada uno de los engranajes 26, 28, 30 incluye una pluralidad de dientes. Por ejemplo, el anillo anular 26 incluye los dientes 32, cada engranaje planetario 28 incluye los dientes 34, y cada engranaje solar 30 incluye los dientes 36. Los dientes 32, 34 y 36 están dimensionados y conformados para acoplarse juntos de manera que los diversos engranajes 26, 28, 30 se engranen entre sí. Por ejemplo, el engranaje anular 26 y el engranaje solar 30 pueden cada uno engranarse con los engranajes planetarios 28.

40 En algunas realizaciones, el soporte 24 puede ser estacionario. En estas realizaciones, el árbol de entrada puede acoplarse al engranaje anular 26, y las cargas de entrada sobre el árbol de entrada pueden transmitirse a través del engranaje anular 26 a los engranajes planetarios 28. De este modo, el engranaje anular 26 puede accionar el

5 sistema 20. En otras realizaciones, el engranaje anular 26 puede ser estacionario. En estas realizaciones, el árbol de entrada puede acoplarse al soporte 24, y las cargas de entrada sobre el árbol de entrada pueden transmitirse a través del soporte 24 a los engranajes planetarios 28. De este modo, el soporte 24 puede accionar el sistema 20. En otras realizaciones adicionales, cualquier otro componente, tal como un engranaje planetario 28 o un engranaje solar 30, puede accionar el sistema 20.

10 El engranaje solar 30 en las realizaciones ejemplares define un eje central 40, y de este modo gira alrededor de este eje central 40. El engranaje anular 26 puede rodear al menos parcialmente el engranaje solar 30, y posicionarse a lo largo del eje central 40. Por ejemplo, el engranaje anular 26 puede alinearse con el engranaje solar 30 a lo largo del eje central 40, o puede desviarse del engranaje solar 30 a lo largo del eje central 40. El engranaje anular 26 puede (si fuese giratorio) girar de este modo alrededor del eje central 40.

15 Cada uno de los engranajes planetarios 28 puede disponerse entre el engranaje solar 30 y el engranaje anular 26, y puede engranar tanto el engranaje solar 30 como el engranaje anular 26. Por ejemplo, los dientes 32, 34 y 36 pueden acoplarse juntos, como se ha mencionado anteriormente. Además, cada uno de los engranajes planetarios 28 define un eje planetario central 42, como se muestra. De este modo, cada engranaje planetario 28 puede girar alrededor de su eje planetario central 42. Además, los engranajes planetarios 28 y los ejes planetarios centrales 42 de los mismos pueden girar alrededor del eje central 40.

20 El soporte 24 está dispuesto adyacente a los engranajes planetarios 28, y puede, además, posicionarse a lo largo del eje central 40. El soporte 24 puede incluir una primera placa de soporte 44, y, en algunas realizaciones, una segunda placa de soporte 46 (véase la figura 3). En las realizaciones en las que el soporte 24 incluye tanto una primera placa de soporte 44 como una segunda placa de soporte 46, los engranajes planetarios 28 pueden disponerse entre los mismos.

25 Cada engranaje planetario 28 según la presente divulgación está acoplado al soporte 24. Un husillo 50 se extiende a través de al menos una porción del soporte 24 y el engranaje planetario 28 para acoplar el engranaje planetario 28 y el soporte 24 juntos. El husillo 50 puede extenderse y posicionarse a lo largo del eje planetario central 42, de manera que el engranaje planetario 28 pueda girar alrededor del husillo 50.

30 Como se muestra en las figuras 3 a 6, un husillo 50 incluye un primer extremo 52, un segundo extremo 54, y una superficie exterior 56 que se extienden entre los mismos. El husillo 50 define, además, al menos una abertura 60. La abertura 60 se extiende desde la superficie exterior 56 al menos parcialmente a través del husillo 50 generalmente a lo largo del eje planetario central 42. Las aberturas 60 definidas en el husillo 50 pueden proporcionar ventajosamente características mejoradas de distribución de cargas al sistema de engranaje planetario 20. Por ejemplo, una abertura 60 según la presente divulgación permite que un husillo 50 sea elástico durante la operación del sistema 20. Tal elasticidad puede permitir que los diversos engranajes del sistema 20 mantengan una alineación apropiada entre sí durante la operación a pesar de las tolerancias de fabricación y diseño de los diversos engranajes y a pesar de las cargas del sistema 20.

35 De este modo, los husillos 50 según la presente divulgación puede reducir o evitar que los diversos componentes, tales como engranajes planetarios 28, del sistema de engranaje planetario 20 experimenten mayores cargas debidas a la desalineación causada por la transmisión de las cargas de flexión u otras cargas a los mismos. Además, los husillos 50 pueden reducir o evitar que los diversos componentes, tales como los engranajes planetarios 28 del sistema de engranaje planetario 20 experimenten mayores cargas debidas a la desalineación
40 causada por las tolerancias de fabricación y diseño. Por ejemplo, la elasticidad de los husillos 50 como se ha mencionado en el presente documento permite que los ejes planetarios centrales 42 permanezcan generalmente paralelos durante la operación a pesar de tales cargas. Además, los husillos 50 pueden permitir que se reduzcan márgenes de seguridad contra la desalineación y/o mayores cargas, reduciendo de este modo la masa así como los costes de producción de los diversos componentes, tales como los engranajes planetarios 28, del sistema de
45 engranaje planetario 20.

50 En las realizaciones de la invención, como se muestra en las figuras 3, 4 y 6, cada abertura 60 es un agujero perforado 62. De este modo, una pluralidad de agujeros perforados 62 están definidos en el husillo 50. Los agujeros perforados 62 están definidos en una disposición anular alrededor del eje planetario central 42. Cabe entender que cualquier número apropiado de agujeros perforados 62 con cualquier espacio apropiado entre medias de los mismos se encuentra dentro del ámbito de la presente divulgación. En otras realizaciones que no se reivindican, una abertura 60 puede ser una abertura generalmente anular 64, como se muestra en la figura 5, o una abertura semianular. La abertura anular 64 o la abertura semianular pueden definirse a lo largo del eje planetario central 42.

La rigidez, y de este modo la elasticidad, de un husillo 50 según la presente divulgación pueden ser controladas incluyendo más o menos aberturas 60, más largas o más cortas y más anchas o más estrechas. Por ejemplo, el mayor número de aberturas, las aberturas más largas y/o las aberturas más anchas pueden reducir la rigidez y aumentar la elasticidad, a la vez que el menor número de aberturas, las aberturas más cortas y/o las aberturas más estrechas pueden aumentar la rigidez y reducir la elasticidad.

Además, en algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 4 a 6, una abertura 60 según la presente divulgación puede extenderse en paralelo al eje planetario central 42. En otras realizaciones, una abertura 60 puede extenderse hacia dentro hacia el eje planetario central 42, como se muestra en la figura 3, o hacia fuera alejándose del eje planetario central 42.

En las realizaciones ejemplares, un husillo 50 según la presente divulgación puede montarse fijamente al soporte 24. Por ejemplo, el husillo 50 puede ajustarse a presión en el soporte 24, o puede fijarse con una fijación adhesiva o mecánica, o pueden montarse de otro modo fijamente al mismo. De manera alternativa, sin embargo, un husillo 50 puede montarse de manera amovible al soporte 24, de manera que el husillo 50 sea giratorio alrededor del soporte 24.

En algunas realizaciones, el husillo 50 define, además, uno o más pasos centrales 68. Un paso central 68 puede extenderse al menos parcialmente a través del husillo 50, y puede extenderse a lo largo del eje planetario central 42. En algunas realizaciones, un paso central 68 puede extenderse desde el segundo extremo 54 hacia el primer extremo 52, como se muestra en las figuras 3 a 5, mientras que en otras realizaciones, un paso 68 puede extenderse desde el primer extremo 52 hacia el segundo extremo 54. El paso central 68 reduce la cantidad de material necesario para constituir el husillo 50, y puede aumentar, además, la elasticidad del husillo 50.

En algunas realizaciones, como se muestra en la figura 3, solo uno del primer extremo 52 o el segundo extremo 54 está soportado. Por ejemplo, la figura 3 ilustra el primer extremo 52 que está soportado por la primera placa de soporte 44 y el segundo extremo 54 no soportado por la segunda placa de soporte 46. De manera alternativa, el primer extremo 52 puede no estar soportado y el segundo extremo 54 soportado. El soporte de solo un extremo del husillo 50 de manera que el husillo 50 sea un husillo en voladizo puede aumentar, además, la elasticidad del husillo 50. En realizaciones alternativas, tanto el primer extremo 52 como el segundo extremo 54 pueden estar soportados, por ejemplo por la primera placa de soporte 44 y la segunda placa de soporte 46.

En algunas realizaciones, la superficie exterior 56 es una superficie generalmente continua que se extiende desde el primer extremo 52 al segundo extremo 54. En otras realizaciones, sin embargo, la superficie exterior 56 incluye varias porciones no continuas entre el primer extremo 52 y el segundo extremo 54. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 3 a 6, en algunas realizaciones la superficie exterior 56 incluye una primera porción 70 que se extiende desde el primer extremo 52 y una segunda porción 72 que se extiende entre la primera porción 70 y el segundo extremo 54. La segunda porción 72 puede tener un diámetro que es mayor que un diámetro de la primera porción 70, como se muestra, o puede tener un menor diámetro. Además, en estas realizaciones, la superficie exterior 56 puede incluir, además, una pared anular 74 entre la primera porción y la segunda porción 72.

La segunda porción 72 puede, como se muestra en las figuras 3 a 5, extenderse al segundo extremo 54. De manera alternativa, como se muestra en la figura 6, sin embargo, la superficie exterior 56 puede incluir, además, una tercera porción 76 que se extiende entre la segunda porción 72 y el segundo extremo 54, y una pared anular 78 entre la segunda porción 72 y la tercera porción 76. La tercera porción 76 puede tener un diámetro que es menor que un diámetro de la segunda porción 72, como se muestra, o puede tener un mayor diámetro. Además, la tercera porción 76 puede tener un diámetro que es generalmente igual al diámetro de la primera porción 70, o mayor o menor que la primera porción 70.

Una abertura 60 en el husillo 50 puede, en algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 3 a 6, extenderse desde una pared 74 o 78 generalmente a lo largo del eje planetario central 42 y al menos parcialmente a través del husillo 50. De manera alternativa, una abertura 60 puede extenderse desde la primera porción 70, la segunda porción 72, o la tercera porción 76, o desde cualquier emplazamiento a lo largo de la superficie exterior generalmente continua 56.

Un husillo 50 según la presente divulgación puede constituirse a partir de cualquier material o materiales apropiados. Por ejemplo, el husillo 50 puede constituirse a partir de metales o aleaciones metálicas tales como aleaciones de acero, plásticos u otros materiales apropiados. Los materiales pueden, además, ser tratados térmicamente o tratados o modificados de otro modo según se desee o sea necesario.

5 Como se ha mencionado, un husillo 50 según la presente divulgación se extiende al menos parcialmente a través de un engranaje planetario 28 y acopla el engranaje planetario 28 al soporte 24. El engranaje planetario 28 puede en las realizaciones ejemplares ser giratorio alrededor del husillo 50 que se extiende a través del mismo. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se puede disponer un cojinete 80 entre un husillo 50 y un engranaje planetario 28. El cojinete 80 puede incluir una pluralidad de elementos rodantes 82. Los elementos rodantes 82 pueden disponerse en una o más disposiciones generalmente anulares alrededor del husillo 50.

10 Una pista interior 84 puede posicionarse entre el husillo 50 y el cojinete 80. La pista interior 84 puede incluir una superficie exterior que está en contacto con el cojinete 80. En algunas realizaciones, la pista interior 84 puede ser un componente separado del husillo 50. En otras realizaciones como se muestra en las figuras 3 a 6, sin embargo, la pista interior 84 puede estar definida por la superficie exterior 56, de manera que la superficie exterior de la pista interior 84 sea la superficie exterior 56 del husillo 50. Esto puede eliminar la necesidad de un componente separado de pista interior.

Además, en algunas realizaciones, la pista interior 84 puede incluir una o más crestas 86. Las crestas 86 pueden estar dispuestas para separar las diversas disposiciones anulares de elementos rodantes 82 en el cojinete 80.

15 Esta descripción escrita usa ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferido, y para permitir también que cualquier experto en la técnica lleve a la práctica la invención, incluyendo la realización y uso de cualesquiera dispositivos o sistemas y la aplicación de cualesquiera procedimientos incorporados. El alcance patentable de la invención está definido mediante las reivindicaciones y puede incluir otros ejemplos que se le ocurran al experto en la técnica. Tales otros ejemplos están destinados a encontrarse dentro del alcance de las
20 reivindicaciones si incluyen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias no significativas del lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un sistema de engranaje planetario (20) que comprende:
- 5 un engranaje planetario (28) que define un eje planetario central (42);
 un soporte (24) dispuesto adyacente al engranaje planetario (28); y
 un husillo (50) que se extiende desde el soporte (24) a través del engranaje planetario (28) generalmente a lo largo del eje planetario central (42), comprendiendo el husillo (50) un primer extremo (52), un segundo extremo (54) y una superficie externa (56) que se extiende entre los mismos, **caracterizado porque** el husillo (50) comprende, además, una pluralidad de agujeros perforados (2) posicionados en disposición anular alrededor del eje planetario central (42), extendiéndose cada uno de la pluralidad de agujeros perforados (62) de la superficie externa (56) generalmente a lo largo del eje planetario central (42) y al menos en parte a través del husillo (50);
 10 permitiendo dichos agujeros perforados que el husillo (50) sea elástico y que flexione cuando sea necesario para mantener una alineación adecuada del engranaje planetario durante la operación del sistema.
- 15 2.- El sistema de engranaje planetario (20) de la reivindicación 1, en el que cada uno de la pluralidad de agujeros perforados (62) se extiende en paralelo al eje planetario central (42).
- 20 3.- El sistema de engranaje planetario (20) de la reivindicación 1, en el que cada uno de la pluralidad de agujeros perforados (62) se extiende hacia el interior hacia el eje planetario central (42).
- 4.- El sistema de engranaje planetario (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el primer extremo (52) está montado fijamente en el soporte (24).
- 5.- El sistema de engranaje planetario (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además, un cojinete (80), comprendiendo el cojinete (80) una pluralidad de elementos rodantes (82).
- 25 6.- El sistema de engranaje planetario (20) de la reivindicación 5, en el que la superficie externa (56) define una pista interior (84) en contacto con la pluralidad de elementos rodantes (82).
- 7.- El sistema de engranaje planetario (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el husillo (50) comprende, además, un paso central (68) que se extiende desde el segundo extremo (54) generalmente a lo largo del eje planetario central (42) y al menos en parte a través del husillo (50).
- 30 8.- El sistema de engranaje planetario (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el primer extremo (52) está soportado y el segundo extremo (54) no está soportado.
- 9.- El sistema de engranaje planetario (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la superficie exterior (56) comprende una primera porción (70) que se extiende desde el primer extremo (52) y una segunda porción (72) que se extiende entre la primera porción (70) y el segundo extremo (54), teniendo la segunda porción (72) un diámetro mayor que el diámetro de la primera porción (70), comprendiendo, además, la superficie exterior (56) una pared anular (74) entre la primera porción (70) y la segunda porción (72).
- 35 10.- El sistema de engranaje planetario (20) de la reivindicación 9, en el que cada uno de la pluralidad de agujeros perforados (62) se extiende desde la pared (74) generalmente a lo largo del eje planetario central (42) y al menos en parte a través del husillo (50).
- 40 11.- El sistema de engranaje planetario (20) de la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que la superficie exterior (56) comprende, además, una tercera porción (76) que se extiende entre la segunda porción (72) y el segundo extremo (54) y una pared anular (78) entre la segunda porción (72) y la tercera porción (76).

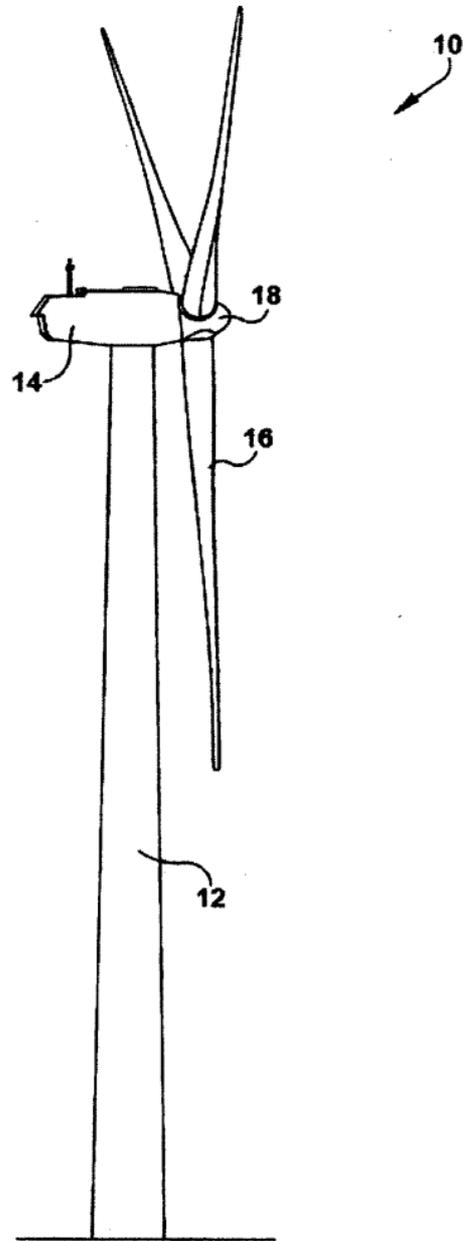
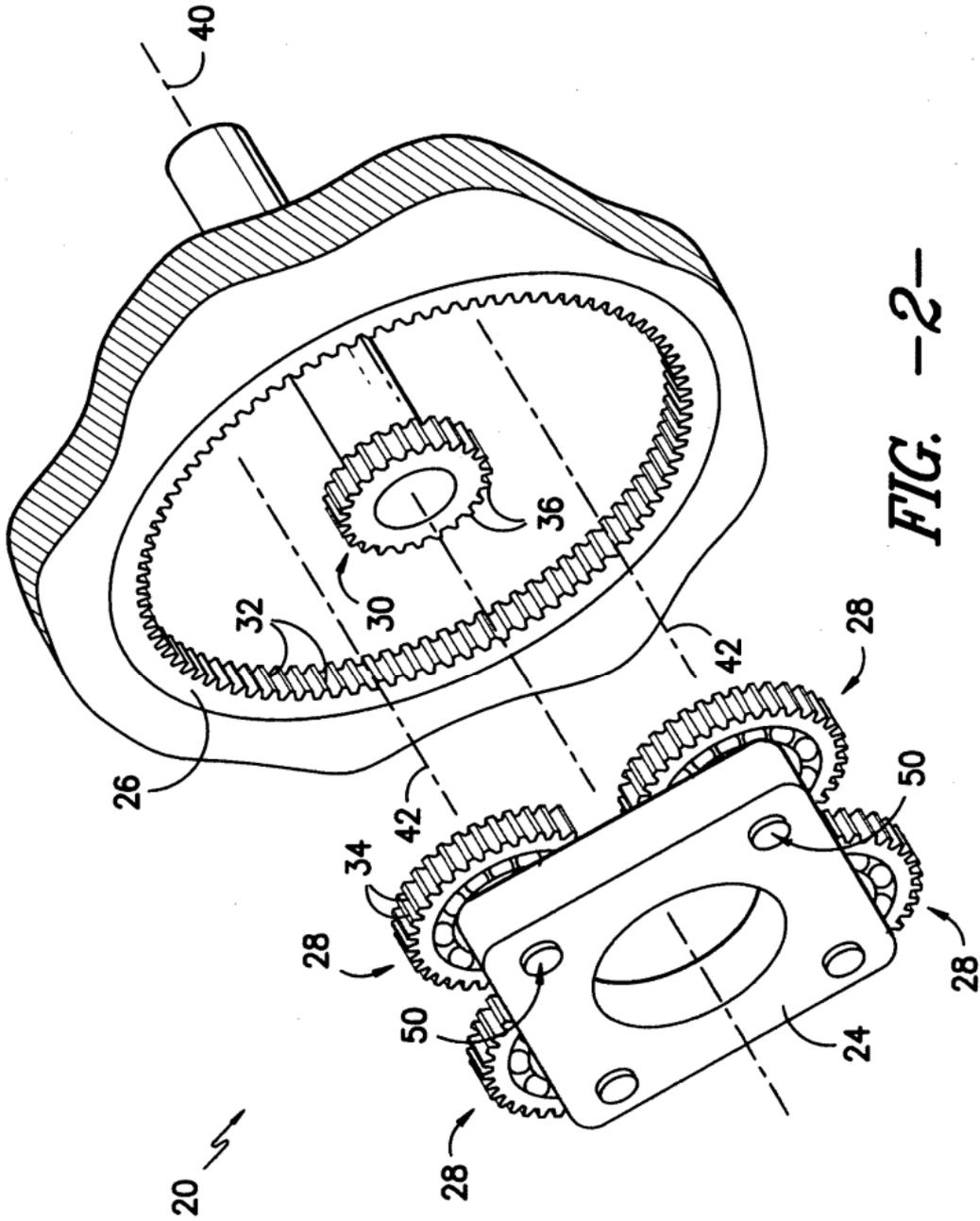


FIG. -1-



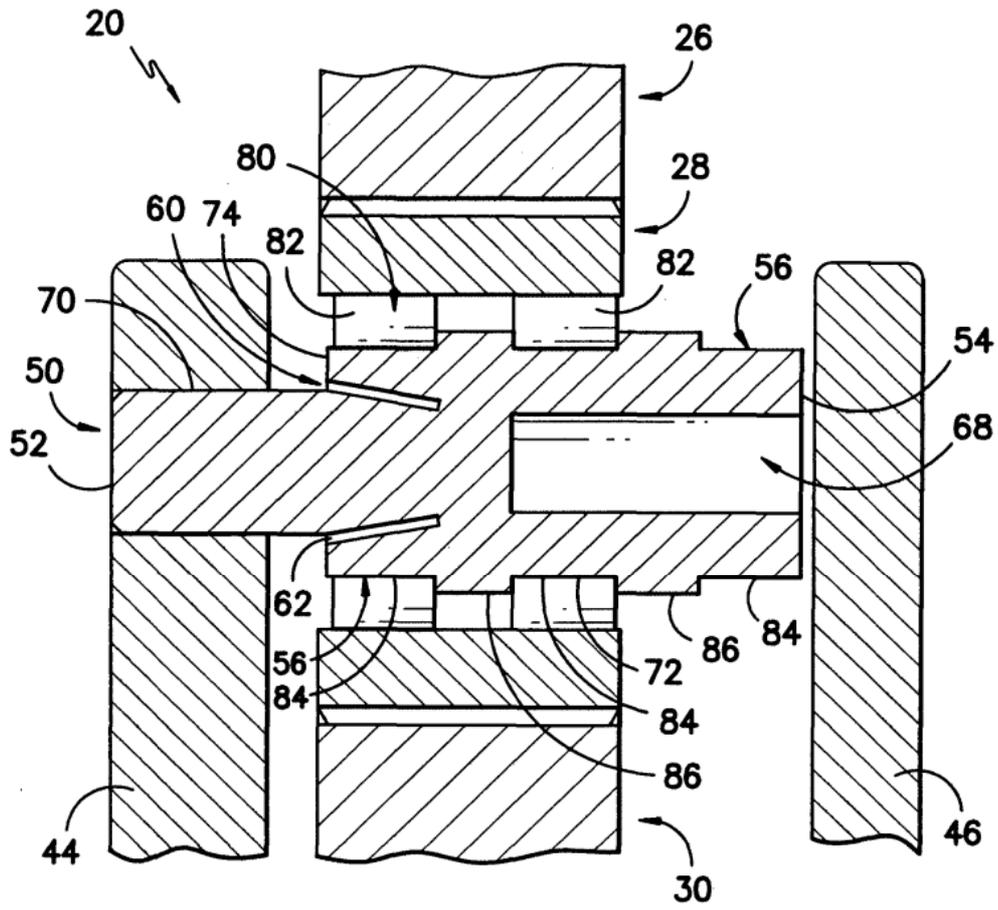


FIG. -3-

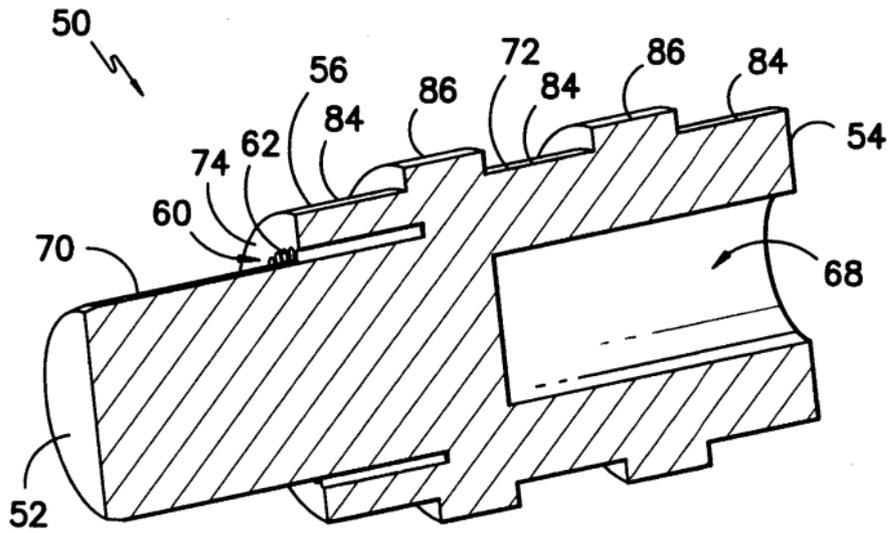


FIG. -4-

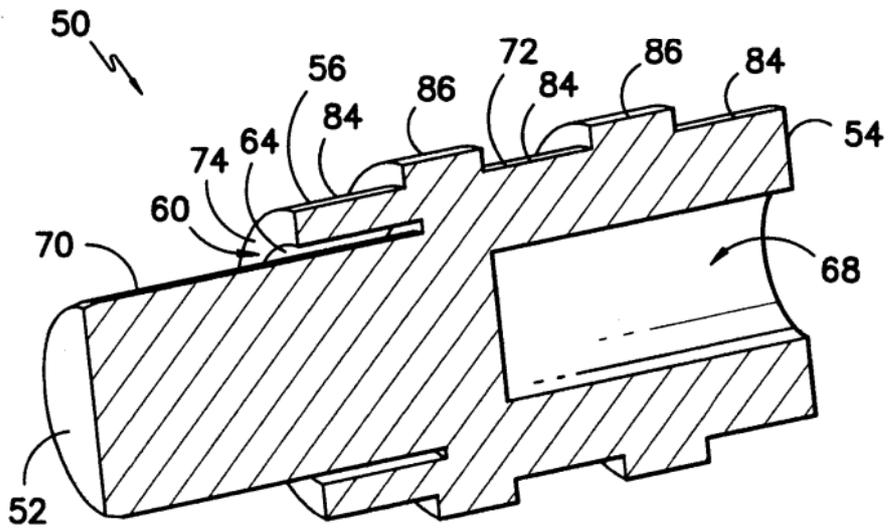


FIG. -5-

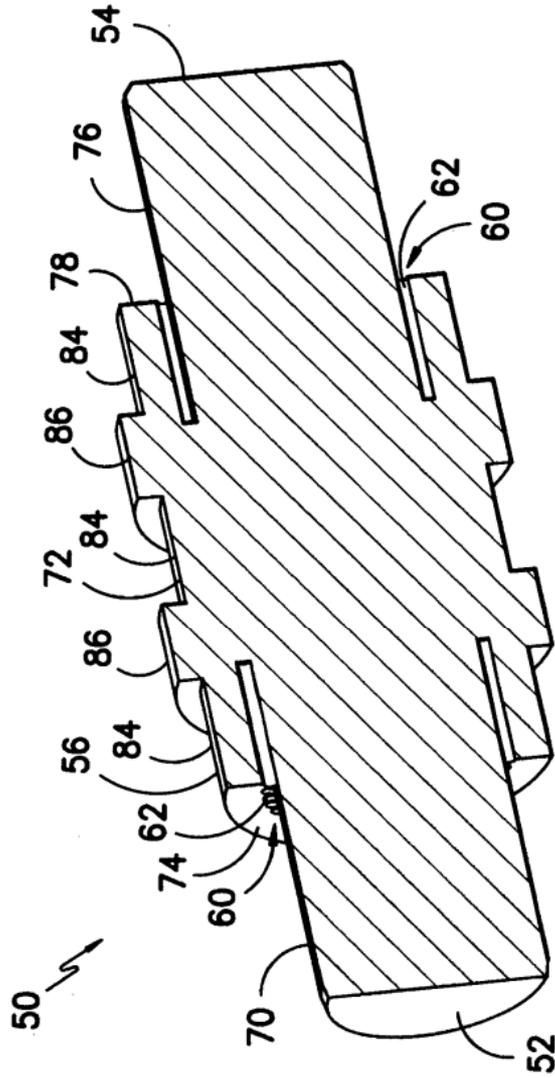


FIG. -6-