

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 982**

51 Int. Cl.:

**F16D 3/06** (2006.01)

**F16D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2010** E 16167392 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020** EP 3091243

54 Título: **Sistema, procedimiento y aparato para el control del anillo de tolerancia de las fuerzas de deslizamiento de la interfaz de deslizamiento**

30 Prioridad:

**25.09.2009 US 245883 P**

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

**19.02.2021**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN PERFORMANCE PLASTICS  
RENCOL LTD. (100.0%)  
Binley Business Park,  
Coventry CV3 2TT, GB**

72 Inventor/es:

**SLAYNE, ANDREW y  
NATU, PARAG**

74 Agente/Representante:

**MORENO NOGALES, Ángeles**

ES 2 806 982 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, procedimiento y aparato para el control del anillo de tolerancia de las fuerzas de deslizamiento de la interfaz de deslizamiento

5

### CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

La invención en general se refiere a anillos de tolerancia que se encuentran entre las partes móviles y, en particular, a un sistema, procedimiento y aparato mejorado que emplea un anillo de tolerancia.

10

### ANTECEDENTES

Los anillos de tolerancia limitan el movimiento entre partes relativamente móviles, como los ejes giratorios en los orificios de la carcasa. Un tipo de anillo de tolerancia es una banda anular ubicada en el espacio entre la superficie externa del eje y la superficie interna del orificio. Este anillo de tolerancia limita el movimiento radial del eje dentro del orificio mientras permite la rotación.

15

En configuraciones de anillos de tolerancia convencionales, se busca un ajuste estrecho entre los componentes internos y externos. Además, se buscan fuerzas para proporcionar un acoplamiento por fricción máximo o una variación mínima en las fuerzas de deslizamiento. Es deseable un ajuste perfecto entre los componentes porque reduce la vibración relativa entre las partes. Estos requisitos entre los componentes internos y externos requieren un contacto fuerte y sustancial, lo cual aumenta las fuerzas de fricción.

20

También se conocen anillos de tolerancia que proporcionan protección contra sobrecarga de par para aplicaciones con pares superiores a 50 Nm, con velocidades de rotación relativamente bajas y pequeños ciclos de deslizamiento angular. Estas aplicaciones incluyen montajes de engranajes reductores, pasos de potencia en camiones con tracción en las cuatro ruedas y motores de asiento para asientos plegables. Los anillos de tolerancia para estas aplicaciones tienden a ser de acero al carbono con tratamiento térmico, de más de 0,40 mm de espesor, y tienen muchas ondas fuertes y de alta fricción para proporcionar el par requerido. El documento JP 2008 038990 A se refiere a un componente de resorte en forma de anillo, un limitador de par y un dispositivo de dirección ventajoso para mejorar la resistencia al desgaste. El documento EP 2 012 025 A1 describe una abrazadera para unir dos miembros que incluyen un cuerpo principal de anillo, y una pluralidad de partes salientes proporcionadas a intervalos en la dirección circunferencial.

25

30

Aunque estas soluciones son viables para algunas aplicaciones, las mejoras en los anillos de tolerancia siguen siendo interesantes.

35

### RESUMEN DE LA INVENCION

Los modos de realización de un sistema, procedimiento y aparato para un anillo de tolerancia comprenden un conjunto que tiene un componente externo, un componente interno ubicado en el componente externo y móvil relativo al mismo, y un anillo de tolerancia montado entre los componentes interno y externo.

40

En un modo de realización, un anillo de tolerancia comprende una banda anular metálica y un material de baja fricción laminado en la superficie de la banda, en el que el anillo de tolerancia está adaptado para proporcionar una rigidez radial que es mayor de 20 000 N/mm; y un par de deslizamiento en un rango de 1 a 25 Nm.

45

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para que la forma en que se alcanzan las características y ventajas se pueda entender con más detalle, se puede obtener una descripción más detallada por referencia a los modos de realización que se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, los dibujos ilustran solo algunos modos de realización y, por lo tanto, no deben considerarse limitantes del alcance.

50

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un modo de realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención;

55

la Fig. 2 es una vista en perspectiva de otro modo de realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención;

60

la Fig. 3 es una vista en sección axial del anillo de la Fig. 2 en un aparato;

la Fig. 4 es una vista en sección radial del anillo de la Fig. 3 en el aparato;

65

Las Fig. 5A-E son varias vistas de un tercer modo de realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención;

Las Fig. 6A-E son varias vistas de un tercer modo de realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención; y

5 La Fig. 7 es una vista lateral en sección esquemática de otro modo de realización de un anillo de tolerancia que tiene capas de resistencia a la corrosión y está construido de acuerdo con la invención.

El uso de los mismos símbolos de referencia en distintos dibujos quiere decir que los elementos son similares o idénticos.

10

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La Fig. 1 representa un anillo de tolerancia 100 que comprende un modo de realización. El anillo de tolerancia 100 comprende una banda 102 de material elástico (por ejemplo, acero de resorte) que se curva en forma de anillo (anular). Los extremos de la banda 102 no se encuentran (por ejemplo, se puede formar como un anillo partido), dejando así un espacio 106 que se extiende axialmente adyacente a la circunferencia de la banda. En otros modos de realización, la banda puede estar curvada para que los extremos se superpongan entre sí. En otros modos de realización adicionales, la banda puede ser un anillo continuo e ininterrumpido. La superficie interna del anillo de tolerancia 100 tiene una capa 104 de baja fricción que se adapta a la forma de la banda.

20

El anillo de tolerancia 100 tiene una pluralidad de proyecciones espaciadas 108 que se extienden radialmente hacia afuera desde la superficie exterior del anillo de tolerancia 100. Hay un borde plano 109 que se extiende circunferencialmente de material en cada extremo axial de las proyecciones 108. Cada proyección 108 también está separada de sus proyecciones contiguas por una sección plana 110 del anillo de tolerancia 100, que puede formarse contiguamente con bordes 109. Las proyecciones 108 son crestas alargadas axialmente que tienen una forma similar a las ondas utilizadas en los anillos de tolerancia convencionales. El pico de cada cresta es redondeado, y los extremos axiales de cada cresta terminan en un resalto cónico 111.

25

En algunos modos de realización, el anillo de tolerancia 100 puede formarse a partir de una tira plana de material elástico (que forma la banda 102). Antes de que la tira se doble en su forma curva, y antes de que se formen las proyecciones, la capa 104 de baja fricción se lamina sobre una superficie de la misma. En otros modos de realización, la capa 104 de baja fricción puede laminarse sobre ambas superficies de la tira plana. Después de que la capa 104 de baja fricción se une a la tira plana, la estructura de la capa resultante se estampa (por ejemplo, se presiona usando un molde de forma adecuada, formación de onda giratoria, etc.) para formar las proyecciones 108. Por lo tanto, las proyecciones 108 están formadas tanto de la tira de material elástico como de la capa 104 de baja fricción. El material de la capa 104 de baja fricción puede elegirse para que sea flexible para facilitar este paso de estampado. En el modo de realización mostrado en la Fig. 1, las proyecciones 108 se proyectan radialmente hacia afuera desde la banda 102. En otros modos de realización, pueden proyectarse radialmente hacia adentro desde la capa 104 de baja fricción. Después de que se forman las proyecciones 108, la estructura en capas se curva en la configuración en forma de anillo que se muestra en la Fig. 1. En el modo de realización mostrado, la banda 102 es el material exterior. En otros modos de realización, la banda 102 puede ser el material interno. En otros modos de realización más, las proyecciones 108 pueden extenderse radialmente hacia adentro o hacia afuera dependiendo de la situación particular e independientemente de si la banda 102 proporciona el material interno o externo para el anillo de tolerancia 100.

30

35

40

45

En funcionamiento, el anillo de tolerancia 100 está ubicado entre dos componentes. Por ejemplo, puede ubicarse en el espacio anular entre un eje y un orificio en una carcasa. Las proyecciones 108 están comprimidas entre los componentes interno y externo. Cada proyección actúa como un resorte y se deforma para adaptarse a los componentes juntos sin espacio libre entre ellos. En otras palabras, el componente interno está en contacto con las superficies internas del anillo de tolerancia y el componente externo está en contacto con las superficies externas del anillo de tolerancia.

50

Si se aplican fuerzas (por ejemplo, rotacional o lineal) a uno o ambos componentes internos y externos de manera que haya una fuerza resultante entre los componentes interno y externo, los componentes interno y externo pueden moverse uno con respecto al otro. Dado que algunos modos de realización no tienen espacio libre entre los componentes, hay un par de superficies de contacto que se deslizan una con respecto a la otra. Esta es la interfaz de deslizamiento. En algunos modos de realización, la interfaz de deslizamiento ocurre en las superficies de contacto entre la capa de baja fricción 104 y el componente interno (véase, por ejemplo, la Fig. 3). Las superficies de contacto pueden incluir las superficies internas de los bordes planos 109 y las "huellas" de cada proyección 108 (es decir, las regiones alrededor de los bordes de cada proyección 108 donde se encuentran con la banda 102). El material para la capa de baja fricción 104 y la configuración de las proyecciones 108 proporcionan una fuerza de deslizamiento en la interfaz de deslizamiento que es sustancialmente menor que un valor esperado derivado de la fuerza de carga radial transmitida por las proyecciones. Esta baja fuerza de deslizamiento facilita el movimiento entre las superficies de contacto móviles.

55

60

65

En contraste, en las superficies de contacto entre el componente externo y las superficies externas de la banda 102,

puede haber suficiente fuerza de fricción para retener el anillo de tolerancia 100 en su lugar con respecto al componente externo. En otros modos de realización, ambas superficies de la banda 102 pueden laminarse con una capa de baja fricción. Por lo tanto, puede haber dos interfaces deslizantes en tales modos de realización.

5 La Fig. 2 representa otro modo de realización de un anillo de tolerancia 200 que comprende una banda 202 curvada en una configuración tubular con un espacio axial 206 en su circunferencia. De manera similar a la Fig. 1, la superficie interna de la banda 202 tiene una capa 204 de baja fricción laminada sobre la misma. La banda 202 también tiene una pluralidad de proyecciones 208 que se extienden radialmente hacia afuera desde su superficie exterior. Las proyecciones 208 pueden apoyarse circunferencialmente entre sí como se muestra, o estar separadas circunferencialmente como en el modo de realización de la Fig. 1. El anillo de tolerancia 200 puede fabricarse de la manera descrita anteriormente, de modo que la capa 204 de baja fricción se ajusta a la forma de la banda 202, incluidas las hendiduras que coinciden con las diversas ondulaciones de las proyecciones 208.

15 El anillo de tolerancia 200 incluye bordes planos o collares 210 en cada extremo axial de las proyecciones 208. El anillo de tolerancia 200 que se muestra en la Fig. 2 difiere del representado en la Fig. 1 en que, por ejemplo, hay menos proyecciones alrededor de la circunferencia de la banda y prácticamente no hay espacios planos entre las proyecciones contiguas.

20 La Fig. 3 representa una vista en sección axial a través de un aparato 300 que comprende otro modo de realización. El aparato 300 incorpora, por ejemplo, el anillo de tolerancia 200 que se muestra en la Fig. 2. El aparato 300 comprende una carcasa 302 o componente externo. La carcasa 302 tiene un orificio axial 304 formado en el mismo que recibe un eje 306 o componente interno. Los anillos de tolerancia se pueden usar para transferir par o como limitadores de par en tales aplicaciones.

25 Existe un espacio anular entre la superficie externa 308 del eje 306 y la superficie interna 310 del orificio 304. El tamaño de este espacio anular es variable porque el diámetro del eje 306 y el orificio 304 pueden variar dentro de las tolerancias de fabricación. Para evitar la vibración del eje 306 dentro del orificio 304, el espacio anular se llena con el anillo de tolerancia 200 para formar un ajuste sin espacio libre entre los componentes. La Fig. 3 muestra que el anillo de tolerancia 200 comprende una banda 202 como capa externa y una capa 204 de baja fricción como capa interna que se ajusta a la forma de la banda 202. En uso, las proyecciones circunferenciales 208 del anillo de tolerancia 200 están comprimidas radialmente en el espacio anular entre el eje 306 y la carcasa 302, de modo que la banda 202 contacta la superficie interna 310 del orificio 304. La interfaz de deslizamiento se forma donde la capa 204 de baja fricción contacta con la superficie exterior 308 del eje 306. Por lo tanto, el anillo de tolerancia 200 reduce el espacio a cero, por lo que no hay espacio libre entre los componentes en el aparato 300.

35 El área de contacto entre la superficie externa 308 y la capa 204 de baja fricción es una interfaz de deslizamiento en la que se produce un movimiento relativo entre el eje 306 y el anillo de tolerancia 200. El anillo de tolerancia 200 está asegurado con relación a la carcasa 302 mediante acoplamiento por fricción en el área de contacto entre la banda 202 y la superficie interna 310.

40 Si, a través del uso, se produce el desgaste del eje 306 o la capa 204 de baja fricción en la interfaz de deslizamiento, las proyecciones 208 pueden compensarse moviéndose elásticamente hacia su estado de reposo, manteniendo así el contacto con el eje 306 y la carcasa 302. La vida útil del anillo de tolerancia 200 puede, por lo tanto, ser superior a la de los anillos de tolerancia convencionales sin espacio libre, sin proyecciones elásticamente comprimibles.

45 La Fig. 4 ilustra una vista en sección radial del aparato que comprende la carcasa 302 y el eje 306. En el modo de realización mostrado, el anillo de tolerancia 200 se retiene en el eje 306. El diámetro externo del eje 306 es mayor que el diámetro interno del anillo de tolerancia 200 en reposo. Por lo tanto, el anillo de tolerancia debe expandirse (el espacio axial 206 (Fig. 2) debe ensancharse) para adaptarse al anillo de tolerancia alrededor de la superficie 308 del eje. Dentro del orificio 304 de la carcasa 302, las proyecciones 208 se comprimen en el espacio anular o espacio entre los componentes en la superficie interna 310. En esta configuración, el coeficiente de fricción en la interfaz de deslizamiento (entre el eje 306 y la capa de baja fricción 204) es muy pequeño en comparación con el coeficiente de fricción en el área de contacto entre la banda 202 y la carcasa 302. Por lo tanto, el deslizamiento está sustancialmente limitado y ocurre de manera sustancialmente libre en la interfaz de deslizamiento. En otros modos de realización, la disposición de las proyecciones 208 y la capa 204 de baja fricción puede ser tal que la interfaz de deslizamiento esté entre la carcasa 302 y el anillo de tolerancia 200.

50 Las Fig. 5A-E representan varias vistas en perspectiva, en sección, axial y lateral de otro modo de realización de un anillo de tolerancia 500. El anillo de tolerancia 500 comprende una banda 502 curvada en una configuración tubular con un espacio axial 506 en su circunferencia. La superficie interna de la banda 502 tiene una capa de baja fricción 504 laminada sobre ella. La banda 502 también tiene una pluralidad de proyecciones 508 que se extienden radialmente hacia adentro. El anillo de tolerancia 500 puede fabricarse como se describe en el presente documento, de modo que la capa de baja fricción 504 tiene un espesor uniforme y se ajusta a la forma de la banda 502, incluidas las hendiduras que coinciden con las diversas ondulaciones de las proyecciones 508. El anillo de tolerancia 500 puede incluir resaltos cónicos 511 y bordes circunferenciales planos o collares 509 en cada extremo axial de las proyecciones 508, así como espacios planos 510 entre las proyecciones 508.

Las Fig. 6A-E representan vistas de otro modo de realización más de un anillo de tolerancia 600. El anillo de tolerancia 600 comprende una banda 602 de material elástico que se curva en forma anular. En el modo de realización mostrado, los extremos de la banda 602 no se encuentran y dejan un espacio 606, pero pueden formarse como un anillo continuo. La superficie interna del anillo de tolerancia 600 tiene una capa de baja fricción 604 laminada sobre la misma, como PTFE, que se ajusta a la banda 602.

El anillo de tolerancia 600 tiene una pluralidad de proyecciones espaciadas 608 que se extienden radialmente hacia afuera desde la superficie exterior del anillo de tolerancia 600. Hay un borde plano, que se extiende circunferencialmente 609 en cada extremo axial de las proyecciones 608. Cada proyección 608 también está separada de sus proyecciones contiguas por una sección plana 610, que puede formarse contiguamente de manera plana con bordes 609. Las proyecciones 608 son crestas axialmente alargadas, con el pico de cada cresta redondeado, y los extremos axiales de cada cresta terminan en un resalto cónico 611.

En algunos modos de realización, el anillo de tolerancia 600 puede formarse a partir de una tira plana de material elástico como la banda 602). Antes de que la tira se doble en su forma curva, y antes de que se formen las proyecciones, la capa 604 de baja fricción se lamina sobre una superficie de la misma. En otros modos de realización, la capa 604 de baja fricción puede laminarse sobre ambas superficies de la tira plana. Después de unir la capa de baja fricción 604, la estructura estratificada resultante se estampa para formar las proyecciones 608. Por lo tanto, las proyecciones 608 están formadas tanto por la tira de material elástico 602 como por la capa de baja fricción 604. El material de la capa 604 de baja fricción puede elegirse para que sea flexible para facilitar este paso de estampado. Aunque las proyecciones 608 se proyectan radialmente hacia afuera desde la banda 602, pueden proyectarse radialmente hacia adentro desde la capa de baja fricción 604. Después de que se forman las proyecciones 608, la estructura en capas se curva en la configuración en forma de anillo. En el modo de realización mostrado, la banda 602 es el material externo, pero puede ser el material interno. En otros modos de realización más, las proyecciones 608 pueden extenderse radialmente hacia adentro o hacia afuera dependiendo de la situación particular e independientemente de si la banda 602 proporciona el material interno o externo para el anillo de tolerancia 600.

En algunos modos de realización para aplicaciones de protección de sobrecarga, se proporcionan anillos de tolerancia con fuerzas de protección de sobrecarga de par de, por ejemplo, menos de 25 Nm y con un diámetro total de menos de 40 mm. Las aplicaciones para estos modos de realización incluyen, por ejemplo, ajustadores de asiento, mecanismos híbridos de doble embrague, ajuste del reposacabezas del asiento, actuadores de puertas, cabrestantes de neumáticos, etc.

Todavía otros modos de realización proporcionan fuerzas de protección de sobrecarga de par de, por ejemplo, menos de 100 Nm en diámetros superiores a 65 mm, por ejemplo para aplicaciones que incluyen motores de arranque, aplicaciones de trenes de potencia, etc. Estos diseños pueden utilizar una banda de acero inoxidable con un espesor de menos de 0,40 mm en algunos modos de realización. Otros modos de realización pueden incluir diámetros de, por ejemplo, 40 a 65 mm con intervalos intermedios de protección contra sobrecarga de par. Además, no se requiere lubricante, lo cual es particularmente ventajoso para aplicaciones que deben estar libres de grasa, ya sea por razones técnicas o estéticas.

En algunos modos de realización, el anillo de tolerancia está formado de acero de resorte (por ejemplo, acero inoxidable laminado en frío) y ha tenido una capa de baja fricción laminada al mismo. Por ejemplo, el acero inoxidable puede tener un espesor de 0,1 a 0,7 mm, y la baja fricción puede estar en un rango de aproximadamente 0,05 a 0,50 mm de espesor (por ejemplo, 0,25 mm) y adherirse al acero antes de que el anillo de tolerancia obtenga su forma circular.

El anillo de tolerancia puede formarse con ondas geométricas que están diseñadas para lograr las características del resorte según se requiera para la aplicación particular de control de fuerza prevista. La capa de baja fricción reduce las fuerzas de deslizamiento, reduce la variación de fuerza y proporciona una superficie de deslizamiento de baja fricción que resiste muchos deslizamientos sin desgaste en los materiales subyacentes. Esto permite que los anillos de tolerancia se diseñen para cumplir funciones de control de fuerza que no son posibles dentro de la envolvente de rendimiento habitual lograda por la variación de la geometría del anillo de tolerancia solo, como par de deslizamiento bajo, fuerza de deslizamiento baja, con poca degradación de la fuerza durante muchos ciclos de deslizamiento. Por ejemplo, un anillo de tolerancia de acuerdo con la invención reduce la fuerza de deslizamiento o el par a aproximadamente la mitad a un tercio de lo que se esperaría para un diseño equivalente, anillo de tolerancia solo de metal. Como resultado, los modos de realización descritos en el presente documento son mucho más estables que los diseños de la técnica anterior.

En esta divulgación, el par de deslizamiento se define como el par en el cual dos componentes que están unidos por un anillo de tolerancia comienzan a rotar entre sí debido a cualquier carga de par aplicada al sistema. La fijación del anillo de tolerancia mantendrá los componentes de acoplamiento juntos sin rotación relativa hasta que se alcance este valor umbral, en cuyo punto se superarán las fuerzas de fricción generadas por la compresión de las ondas del anillo de tolerancia y se producirá la rotación respectiva, resistida por las fuerzas de fricción. Del mismo modo, la

fuerza de deslizamiento axial es la misma, pero en una dirección axial. El anillo de tolerancia solo permitirá el deslizamiento axial entre dos componentes si se excede el valor de la fuerza umbral. La fuerza umbral es generada por las fuerzas de fricción generadas por la compresión de las ondas de anillo de tolerancia. La fuerza de protección contra sobrecarga, o par, se produce cuando el par de deslizamiento del anillo de tolerancia o la fuerza de deslizamiento se establece por debajo de la capacidad segura del sistema. El anillo de tolerancia permite el deslizamiento si el sistema recibe una carga externa, por encima del valor umbral, que de lo contrario podría haber causado daños al sistema.

En consecuencia, los modos de realización de las ondas de anillo de tolerancia tienen una altura mayor que el espacio radial en el que se van a ensamblar. Por lo tanto, como resultado del ensamblaje, las ondas se comprimen y ejercen una fuerza que depende de su rigidez y la cantidad de compresión, que es cómo generan la fuerza para mantener el ensamblaje unido.

Típicamente, los componentes de acoplamiento del conjunto y las ondas de anillo de tolerancia tienen variabilidad dimensional dentro de las tolerancias dadas. Por lo tanto, la cantidad real de compresión de las ondas, y por lo tanto las fuerzas generadas en el conjunto, pueden variar de un conjunto a otro. Sin embargo, si las ondas se comprimen más allá de su "zona elástica", se comportan progresivamente de manera más plástica, lo cual limita el aumento adicional de la fuerza de cualquier compresión adicional. Este efecto es importante cuando los anillos de tolerancia proporcionan control de la fuerza de deslizamiento (ya sea axial o rotacionalmente) para minimizar la variación de fuerza debido a la variación de compresión, donde las ondas están diseñadas para comprimirse en su "zona plástica".

Por ejemplo, en aplicaciones de control de fuerza de deslizamiento axial que requieren fuerzas bajas, tales como fuerzas de deslizamiento axial en un rango de aproximadamente 30 a 300 N (y, en algunos modos de realización, de 10 a 600 N) con diámetros de componentes de al menos aproximadamente 10 mm, y en aplicaciones de limitación de par que requieren par de deslizamiento en un rango de aproximadamente 1 a 25 Nm con componentes de menos de aproximadamente 40 mm de diámetro y una rigidez radial

que es mayor de aproximadamente 20 000 N/mm, o un par de deslizamiento en un rango de aproximadamente 1 a 100 Nm con diámetros de componentes de más de aproximadamente 40 mm de diámetro y una rigidez radial que es mayor de aproximadamente 20 000 N/mm, es muy difícil lograr fuerzas de deslizamiento constantes con diseños de anillos de tolerancia convencionales. Para lograr fuerzas tan bajas, se necesitan materiales delgados y geometría de onda "débil" para aproximarse al rendimiento del resorte plástico, lo cual da como resultado estructuras muy endebles que son difíciles de manejar y, una vez ensambladas, tienen una rigidez radial muy baja.

Por ejemplo, en un experimento, se comparó un anillo de tolerancia convencional que comprende un anillo de acero simple, y un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la capa de baja fricción de la invención en un anillo de acero idéntico. Por lo tanto, la geometría del anillo de acero era la misma para ambos anillos, por ejemplo, un diámetro de 35 mm, un ancho de 12 mm y un espesor de 0,2 mm, en el que se presionaron ondas (por ejemplo, 9 ondas por anillo) que tenían una altura de 1 mm, siendo el espacio entre ondas idéntico para ambos anillos de acero. La única diferencia en este experimento fue que el anillo de tolerancia mejorado también incluía un anillo de PTFE que tenía un espesor adicional de 0,25 mm, de acuerdo con la invención. Por lo tanto, el anillo de PTFE comprendía un espesor de acero de 0,2 mm más un espesor de PTFE de 0,25 mm. La rigidez del resorte para el anillo de acero convencional y el anillo laminado de PTFE eran aproximadamente idénticas, ya que el PTFE tiene muy poco efecto sobre la forma de la curva de desviación de carga si se mantiene la geometría de la onda de acero. Las fuerzas de deslizamiento para estos dos diseños experimentales alcanzaron 1000 N para el anillo de tolerancia de acero, pero solo 400 N para el anillo laminado de PTFE. Aunque el anillo solo de acero tenía solo 0,2 mm de espesor, las fuerzas de deslizamiento son mucho mayores debido al mayor coeficiente de fricción sin PTFE, y al desgaste que ocurre durante el movimiento relativo.

Como otro ejemplo y comparación de los anillos de tolerancia en una aplicación de deslizamiento de par, se probaron anillos de tolerancia con diámetros de 20 mm, anchos de 18 mm, una altura de onda de 1 mm y un espaciado entre ondas de 7 mm. La aplicación tenía un par de deslizamiento objetivo de 4 Nm. Para lograr este objetivo deseado, se formó un anillo de tolerancia de acuerdo con la invención a partir de una banda de material de acero inoxidable y tenía un espesor de 0,4 mm, más una capa laminada de PTFE con un espesor de 0,25 mm. Este modo de realización produjo el par de deslizamiento de solo 4 Nm, pero tenía una rigidez radial muy significativa a una carga aplicada externamente de aproximadamente 50 000 N/mm.

Por el contrario, producir un par de deslizamiento objetivo de solo 4 Nm con un anillo de tolerancia convencional de solo acero requería que el grosor del acero se redujera a solo 0,2 mm. Como resultado, la rigidez radial de este diseño convencional era un mero valor de, en comparación, 12 000 N/mm. Por lo tanto, para lograr el par de deslizamiento objetivo, se tuvo que reducir el grosor, lo cual produjo una rigidez radial que era menos de un cuarto de la alcanzable por el presente modo de realización de la invención. Este experimento demuestra que los modos de realización de la invención proporcionan un conjunto mucho más rígido en la aplicación de deslizamiento de bajo par, lo cual es particularmente importante cuando se requiere resistencia a la carga externa. Además, en la práctica, el anillo de tolerancia convencional solo de metal falla rápidamente en aplicaciones donde se requieren múltiples

deslizamientos, debido al desgaste significativo en sus superficies de contacto solo de acero.

Las reducciones convencionales en la fuerza de deslizamiento también fueron posibles reduciendo el número de ondas, separando las ondas aún más y/o reduciendo el grosor de la materia prima a aproximadamente 0,1 mm para reducir la rigidez de cada onda. Ninguna de estas soluciones convencionales para reducir la fuerza de deslizamiento es viable. Estos procedimientos simples también reducen perjudicialmente la rigidez radial general del conjunto, por lo que el resultado es mucho menos estable y menos capaz de soportar la carga radial externa sin una desviación indebida.

Mantener la rigidez de las ondas pero reducir el número de ondas da como resultado la misma fuerza por onda, por lo que se producen los mismos problemas de desgaste que en los diseños de la técnica anterior sin una capa de baja fricción. Además, la reducción del grosor del acero a 0,1 mm da como resultado un anillo muy endeble que causa dificultades significativas de manipulación y montaje.

La adición del material de baja fricción sobre la superficie del anillo de tolerancia en el que se produce el deslizamiento tiene el efecto de disminuir el coeficiente de fricción de contacto y las fuerzas de deslizamiento resultantes. Por ejemplo, el coeficiente de fricción proporcionado por la capa de baja fricción puede estar en un rango de aproximadamente 0,04 a 0,25, y aproximadamente 0,09 a 0,17 en otros modos de realización. Este diseño también evita el desgaste de las superficies de los componentes durante el deslizamiento, manteniendo las fuerzas de deslizamiento durante muchos ciclos de deslizamiento. Con fuerzas reducidas, la geometría del anillo de tolerancia puede hacerse más robusta para los mismos niveles de fuerza de lo que sería posible con los anillos de tolerancia convencionales. El flujo del material de baja fricción en las áreas de contacto también tiene el efecto de ayudar a minimizar la variación de la fuerza de deslizamiento al deformarse plásticamente dentro de sí mismo, proporcionando así un control de fuerza más constante.

Las aplicaciones para tales modos de realización incluyen, por ejemplo, control de la fuerza de deslizamiento axial (por ejemplo, en mecanismos de deslizamiento de ajuste de longitud "tubo en tubo" de la columna de dirección), protección contra sobrecarga de par en mecanismos accionados (por ejemplo, aplicaciones automotrices como posicionadores de asientos, mecanismos de puertas, etc.) La capa de baja fricción se encuentra en la superficie del anillo de tolerancia adyacente a la superficie que se deslizará. Puede estar en la parte superior o inferior de las ondas dependiendo de la aplicación y la configuración del conjunto. Se pueden usar materiales y/o espesores alternativos de baja fricción dependiendo de las propiedades requeridas, tales como presiones contractuales, velocidades de deslizamiento y las características de lubricación o desgaste deseadas.

La capa de baja fricción puede comprender muchos tipos de materiales, incluyendo, por ejemplo, un polímero, tal como una policetona, una poliaramida, una poliimida termoplástica, una polieterimida, un sulfuro de polifenileno, una polietersulfona, una polisulfona, una polifenilensulfona, una poliamidaimida, un polietileno de peso molecular ultra alto, un fluoropolímero termoplástico, una poliamida, un polibencimidazol o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo, el material termoplástico incluye una policetona, una poliaramida, una poliimida, una polieterimida, una poliamidaimida, un sulfuro de polifenileno, una polifenilensulfona, un fluoropolímero, un polibencimidazol, un derivado de los mismos o una combinación de los mismos. En un ejemplo particular, el material termoplástico incluye un polímero, tal como una policetona, una poliimida termoplástica, una polieterimida, un sulfuro de polifenileno, una polietersulfona, una polisulfona, una poliamidaimida, un derivado de los mismos o una combinación de los mismos. En otro ejemplo, el material incluye la policetona, tal como la poliéter éter cetona (PEEK), la poliéter cetona, la poliéter cetona éter cetona cetona, un derivado de las mismas o una combinación de las mismas. Un ejemplo de fluoropolímero incluye el etileno propileno fluorado (FEP), el politetrafluoroetileno (PTFE), el fluoruro de polivinilideno (PVDF), el perfluoroalcoxi (PFA), un terpolímero de tetrafluoroetileno, el hexafluoropropileno y el fluoruro de vinilideno (THV), el policlorotrifluoroetileno (PCTFE), un copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), un copolímero de etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE) o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo adicional, el polímero termoplástico puede ser un polietileno de peso molecular ultra alto. Un lubricante sólido a modo de ejemplo puede incluir el politetrafluoroetileno o un lubricante sólido seleccionado a partir de disulfuro de molibdeno, el disulfuro de tungsteno, el grafito, el grafeno, el grafito expandido, el nitruro de boro, el talco, el fluoruro de calcio, el fluoruro de cerio o cualquier combinación de los mismos. Adicionalmente, un relleno a modo de ejemplo cerámico o mineral incluye la alúmina, el sílice, el dióxido de titanio, el fluoruro de calcio, el nitruro de boro, la mica, la wollastonita, el carburo de silicio, el nitruro de silicio, la circonia, el negro de carbón, pigmentos o cualquier combinación de los mismos.

En algunos modos de realización, el lado de acero del anillo de tolerancia permanece estacionario contra la otra superficie, en algunos modos de realización. Se pueden incorporar características de retención como bridas, lengüetas, vieiras, bengalas u otros dispositivos para anclar la superficie de acero al componente de acoplamiento para evitar el deslizamiento.

En algunos modos de realización, el anillo de tolerancia hace que no haya espacio libre con baja fuerza de deslizamiento para movimiento giratorio o axial. En un aspecto, el anillo de tolerancia combina una capa de baja fricción para promover el deslizamiento con un anillo de tolerancia para proporcionar el acoplamiento a través de un espacio entre dos componentes que se mueven uno con respecto al otro. La estructura es comprimible y presenta

las ventajas adicionales de ser operable en una variedad de tamaños de espacio (por ejemplo, para compensar las variaciones de fabricación en las dimensiones de los componentes) y presentar un área de contacto más pequeña que los anillos de tolerancia convencionales. En combinación con la capa de baja fricción, este diseño proporciona una reducción significativa en las fuerzas de fricción que se oponen al movimiento relativo entre los componentes, incluso cuando la carga axial o radial es alta.

Otra ventaja de la estructura del anillo de tolerancia es su resistencia. Sin la capa de baja fricción, se produciría el desgaste debido a múltiples deslizamientos y la fuerza de deslizamiento cambiaría. Con la capa de baja fricción, sin embargo, se evita el desgaste. La capa de baja fricción se desgasta en lugar de los componentes de acoplamiento. El efecto de resorte de anillo de tolerancia absorbe el desgaste en el PTFE, mantiene un espacio libre inexistente y ayuda a mantener los niveles de fuerza.

El anillo incluye típicamente uno o más bordes planos que se extienden circunferencialmente, como en los bordes axiales del anillo, y una serie de proyecciones separadas circunferencialmente que se extienden sustancialmente en direcciones radiales. Las proyecciones se extienden radialmente desde el anillo, ya sea hacia afuera, lejos del anillo, o hacia adentro, hacia el centro radial del anillo. Las proyecciones pueden ser formaciones discretas. Pueden ser formaciones regulares, como crestas, ondas o dedos. Cada proyección puede comprender una cresta redondeada (por ejemplo, onda) que sube y baja desde un pico radial. En tales modos de realización, la fuerza transmitida por la proyección se concentra en una pequeña región alrededor de los bordes donde se encuentra con la banda (es decir, su "huella").

En uso, cada proyección actúa como un resorte y ejerce una fuerza radial contra los componentes, proporcionando así un ajuste de interferencia entre ellos. La rotación del componente interno o externo produce una rotación similar en el otro componente a medida que el anillo transmite el par. Del mismo modo, el movimiento lineal o axial de cualquiera de los componentes produce un movimiento lineal similar en el otro componente a medida que el anillo transmite la fuerza lineal.

Se sabe que proporciona anillos de tolerancia que permiten el deslizamiento entre componentes en circunstancias excepcionales. Por ejemplo, si se aplican fuerzas relativamente altas (por ejemplo, rotacionales o lineales) a uno o ambos componentes internos y externos, de modo que la fuerza resultante entre los componentes esté por encima de un valor umbral. En los anillos de tolerancia convencionales, ese valor umbral es alto y se basa en un valor esperado basado en la fuerza de carga radial experimentada por el anillo.

De acuerdo con un aspecto, se puede proporcionar un sistema que comprende un componente interno, un componente externo dispuesto para recibir el componente interno y un anillo de tolerancia montado entre los componentes interno y externo para efectuar el acoplamiento de contacto entre ellos. El anillo de tolerancia puede comprender una banda deformable de un primer material, con la banda que tiene un borde plano que se extiende circunferencialmente y una pluralidad de proyecciones que se extienden radialmente espaciadas circunferencialmente, y una capa de baja fricción de un segundo material que tiene un coeficiente de fricción menor que el primer material para proporcionar una interfaz de deslizamiento que permita un movimiento relativo entre los componentes internos y externos. En uso, la banda proporciona un ajuste sin espacio libre entre los componentes internos y externos al transmitir una fuerza de carga entre ellos. Sin embargo, la capa de baja fricción funciona para reducir la fuerza de fricción en la interfaz de deslizamiento de manera que la fuerza de deslizamiento requerida para mover los componentes internos y externos entre sí es significativamente menor que un valor esperado derivado de la fuerza de carga.

El borde plano de la banda puede proporcionar una superficie de contacto que se extiende circunferencialmente con uno de los componentes internos y externos. Una región de contacto constante alrededor de la circunferencia del anillo de tolerancia puede mejorar el control sobre la fuerza de deslizamiento. Puede haber dos o más bordes en la banda, con múltiples bandas de ondas en algunos modos de realización. Se puede proporcionar una llanta en cada extremo axial del anillo de tolerancia, estando las proyecciones situadas entre las llantas.

Las proyecciones pueden estar dispuestas para sobresalir del borde para proporcionar una pluralidad de superficies de contacto discretas con el otro de los componentes internos y externos. Las proyecciones pueden configurarse para deformarse. Esto puede incluir deformación elástica en las superficies de contacto discretas para transmitir la fuerza de carga radialmente a través del anillo de tolerancia entre los componentes interno y externo. La forma y el tamaño de cada proyección se pueden seleccionar basándose en la aplicación particular. La fuerza de deslizamiento puede depender de la forma de las proyecciones. Típicamente, las proyecciones u ondas de anillo de tolerancia son capaces de transmitir fuerzas radiales relativamente altas (por ejemplo, 200 N o más) para ubicarse de manera estable y proporcionar rigidez radial entre el componente interno y el externo. Cada proyección comprende una región de huella donde sus bordes se encuentran con la banda. La interfaz de deslizamiento puede estar en el punto de transferencia de carga entre una región de huella y uno de los componentes internos y externos. Por ejemplo, esto puede ocurrir entre el anillo de tolerancia y el de los componentes internos y externos que contactan las llantas. El área de la región de la huella puede ser relativamente pequeña, lo cual, en combinación con la capa de baja fricción, reduce las fuerzas de fricción.



En algunos modos de realización, las proyecciones son estructuras autónomas. Por ejemplo, cada proyección puede comprender una cresta redondeada que se extiende circunferencialmente con resaltos cónicos en sus extremos axiales. Cuando el anillo de tolerancia se monta en el componente interno o externo en un premontaje, los resaltos cónicos actúan como guías para ayudar a la instalación axial del otro componente.

5 Las proyecciones son cuidadosamente seleccionadas y diseñadas para su transferencia de fuerza o propiedades de resorte. La geometría de las proyecciones se selecciona para proporcionar las características deseadas de deformación elástica/plástica. Las características de deformación se seleccionan no solo para tener en cuenta las tolerancias de fabricación de los componentes internos y externos, sino también para compensar la expansión térmica diferencial y el desgaste que puede ocurrir entre componentes diferentes en funcionamiento, asegurando así el rendimiento deseado en todo momento. Estos diseños son aplicables a los anillos de tolerancia sin espacio libre para garantizar que los componentes ensamblados no se suelten a temperaturas elevadas.

15 En uso, la banda del anillo de tolerancia puede deformarse elásticamente cuando se monta en uno de los componentes como un premontaje. Cuando el otro de los componentes está montado en el premontaje, comprimiendo así el anillo en el espacio entre los componentes, preferentemente solo se deforman las proyecciones. Esta deformación puede ser elástica o plástica, dependiendo de la forma y/o perfil de las proyecciones y del tamaño del espacio. Si solo las proyecciones se deforman de esta manera, la fuerza que transmite el área de contacto en la interfaz de deslizamiento no se altera sustancialmente cuando se comprime el anillo. Esto permite lograr una fuerza de deslizamiento constante.

25 La capa de baja fricción puede ser integral o estar unida a la banda, y se conforma en forma a la banda. Por ejemplo, la capa de baja fricción se moldea y coincide con las proyecciones en la banda. Esta característica permite una construcción compacta. La capa de baja fricción comprende una serie de parches discretos unidos o laminados en la banda. Por ejemplo, la capa de baja fricción puede proporcionarse en puntos de contacto en la interfaz de deslizamiento. En un modo de realización, parches de material de baja fricción están unidos a la banda en las regiones de huella y las llantas. La banda puede quedar expuesta donde no hay contacto en la interfaz de deslizamiento.

30 La capa de baja fricción puede unirse a una superficie de la banda que mira hacia el componente interno o externo. La capa de baja fricción puede estar recubierta o unida a la banda. En una realización, la capa de baja fricción está laminada en la superficie de la banda. Laminar la capa de baja fricción proporciona un grosor uniforme alrededor de la banda para evitar parches delgados que pueden ocurrir si la capa se recubre sumergiendo la banda en una forma líquida del segundo material y girando o sacudiendo el exceso.

35 En algunos modos de realización, el anillo de tolerancia está asegurado en uno de los componentes internos o externos, por lo que la interfaz de deslizamiento está entre el anillo y el otro de los componentes. Por ejemplo, el anillo de tolerancia puede ser asegurado o retenido por agarre elástico de la banda en el componente interno. En este ejemplo, la capa de baja fricción se proporciona solo en la superficie interna de la banda y las proyecciones pueden extenderse radialmente hacia afuera desde la banda, por ejemplo, hacia el componente externo. Con esta disposición, la interfaz de deslizamiento se encuentra en el área de contacto entre la superficie interna del anillo de tolerancia y el componente interno, donde las huellas de las proyecciones y los bordes del anillo de tolerancia entran en contacto con el componente interno.

45 El anillo de tolerancia está asegurado por la fricción de la banda en uno de los componentes. En los modos de realización de anillo partido, el anillo partido es elástico para agarrar un componente (por ejemplo, un eje) que es más grande que su diámetro, o expandirse hacia afuera contra un componente externo (por ejemplo, un orificio en una carcasa) que es más pequeño que su diámetro. Puede ser deseable permitir un movimiento relativo entre los componentes interno y externo en un solo sentido (por ejemplo, rotacional o axial). En este caso, el anillo de tolerancia puede estar limitado mecánicamente con respecto a uno de los componentes para evitar el movimiento relativo en la interfaz de deslizamiento en el sentido no deseado. Por ejemplo, el anillo de tolerancia puede engancharse en una ranura externa en la superficie externa de un eje. Los bordes de la ranura evitan el movimiento axial del anillo de tolerancia con respecto al eje. Si la interfaz de deslizamiento se proporciona en la superficie interna del anillo de tolerancia, se evita el movimiento axial relativo del eje y el orificio en esa interfaz y, en cambio, debe ocurrir en la superficie externa del anillo de tolerancia. La superficie exterior puede no tener la capa de baja fricción y, por lo tanto, puede proporcionar más resistencia al movimiento relativo.

60 La banda puede comprender un anillo partido elástico, tal como un bucle abierto de material que se extiende parcialmente alrededor del perímetro del componente interno. La configuración de las proyecciones puede ser simétrica alrededor de la circunferencia del anillo con respecto a la división. Esta disposición puede ser particularmente estable.

65 El componente interno puede ser un eje y el componente externo puede ser una carcasa que tiene un orificio para recibir el eje. El anillo de tolerancia se extiende alrededor del perímetro del eje para enganchar la superficie externa del eje y la superficie interna del orificio. Como se mencionó anteriormente, la banda puede extenderse completamente alrededor del perímetro del eje o solo parcialmente alrededor del eje.

El aparato también puede incluir una unidad de accionamiento dispuesta para provocar una rotación relativa entre el eje y la carcasa, en el que el anillo está dispuesto para permitir el deslizamiento circunferencial entre la superficie externa del eje y la superficie interna del orificio.

5 La capa de baja fricción puede tener sustancialmente la misma extensión circunferencial que la banda. La capa de baja fricción se puede proporcionar en todos los puntos de contacto entre el anillo y el componente interno/externo en la interfaz de deslizamiento. Por lo tanto, la banda no hace contacto con el componente que se mueve con respecto a ella en la interfaz de deslizamiento, lo cual puede reducir la fricción.

10 Cada hendidura puede ubicarse frente a una proyección. Por ejemplo, las proyecciones pueden formarse estampando, presionando o laminando una tira de material de manera que las hendiduras se formen automáticamente en la parte posterior de la tira cuando se realizan las proyecciones.

15 Cuando las proyecciones son estructuras discretas y autónomas que tienen paredes que encierran un volumen cuando se montan entre los componentes internos y externos, pueden retener la grasa aplicada antes del ensamblaje y reducir o minimizar las fugas posteriores.

20 De acuerdo con otro aspecto, se puede proporcionar un anillo de tolerancia para el montaje entre los componentes internos y externos para efectuar el acoplamiento de contacto entre ellos. El anillo comprende una banda deformable de un primer material, la banda tiene un borde plano que se extiende circunferencialmente y una pluralidad de proyecciones que se extienden radialmente espaciadas circunferencialmente, y una capa de baja fricción de un segundo material que tiene un coeficiente de fricción menor que el primer material para proporcionar una interfaz de deslizamiento que permita un movimiento relativo entre los componentes internos y externos. El anillo puede tener cualquiera de las características analizadas anteriormente con respecto a otros aspectos.

25 De acuerdo con aún otro aspecto, puede proporcionarse un procedimiento para formar un anillo de tolerancia para el montaje entre componentes para efectuar el acoplamiento de contacto entre ellos, comprendiendo el procedimiento: unir una capa de material deslizante a una tira de material base para formar una estructura en capas, con el material deslizante que tiene un coeficiente de fricción menor que el material base; formar una pluralidad de proyecciones espaciadas a través de la estructura en capas adyacente a una región plana; doblar la estructura en capas para formar un anillo, en el que la región plana se convierte en un borde que se extiende circunferencialmente y la pluralidad de proyecciones se extienden radialmente desde la estructura en capas.

35 El material base nuevamente puede ser material adecuado para formar un anillo de tolerancia, tal como acero de resorte o similar. El material deslizante puede laminarse sobre el material base para unirlos al mismo. La laminación tiene una ventaja en algunas aplicaciones porque la capa unida tiene un grosor constante. El grosor de la capa laminada puede seleccionarse para garantizar que el rendimiento del material no se degrade si hay algún desgaste en la interfaz de deslizamiento. El material deslizante puede ser cualquier material adecuado para formar la capa de baja fricción analizada anteriormente. La pluralidad de proyecciones puede formarse estampando, presionando o laminando la estructura en capas.

40 Los modos de realización también se distinguen de los diseños convencionales que simplemente cambian el tono y/o la profundidad de sus corrugaciones para lograr un grado de elasticidad para evitar un par excesivo. Con modos de realización del presente anillo de tolerancia, el diseño opera dentro de una banda de torsión bien definida (por ejemplo, con valores máximos y mínimos) para proporcionar funcionalmente una cantidad definida de resistencia controlada. Este diseño proporciona un medio de limitación de par o fuerza axial dentro de bandas definidas. Por lo tanto, proporciona un alto grado de control preciso de la fuerza, en lugar de una mera especificación de resistencia para la compensación radial. Los modos de realización del anillo de tolerancia combinan características de resorte específicas de la banda metálica con las características de fricción y desgaste de una capa de baja fricción seleccionada, en un anillo de tolerancia que extiende la envoltura de rendimiento de los diseños de tolerancia en las aplicaciones de control preciso del ancho de banda de menor fuerza, de deslizamiento múltiple que anteriormente no eran posibles.

45 La Fig. 7 es una vista en sección de otro modo de realización que ilustra varias capas de un anillo de tolerancia resistente a la corrosión 700. El anillo de tolerancia 700 puede incluir un sustrato de soporte de carga 702, tal como una capa de soporte metálico (por ejemplo, una banda anular). La capa de soporte metálico puede incluir un metal o una aleación metálica, como acero, que incluye acero al carbono, acero para muelles y similares, hierro, aluminio, cinc, cobre, magnesio o cualquier combinación de los mismos. El sustrato de soporte de carga 702 puede estar recubierto con

50 capas de protección temporal contra la corrosión 704 y 706 para evitar la corrosión del sustrato de soporte de carga antes del procesamiento. Además, se puede aplicar una capa de protección temporal contra la corrosión 708 sobre la capa 704.

60 Cada una de las capas 704, 706 y 708 puede tener un grosor de aproximadamente 1 a 50 micras, tal como

aproximadamente 7 a 15 micras. Las capas 704 y 706 pueden incluir un fosfato de cinc, hierro, manganeso o cualquier combinación de los mismos, o una capa nanocerámica. Además, las capas 704 y 706 pueden incluir silanos funcionales, imprimadores a base de silano a escala nanométrica, silanos hidrolizados, promotores de la adhesión de organosilano, imprimadores de silano a base de disolvente/agua, poliolefinas cloradas, superficies pasivadas, recubrimientos de cinc (mecánico/galvánico) o cinc-níquel disponibles comercialmente, o cualquier combinación de los mismos. La capa 708 puede incluir silanos funcionales, imprimadores a base de silano nanoescalados, silanos hidrolizados, promotores de adhesión de organosilano, imprimadores de silano a base de disolvente/agua. Las capas de protección temporal contra la corrosión 704, 706 y 708 se pueden retirar o mantener durante el procesamiento.

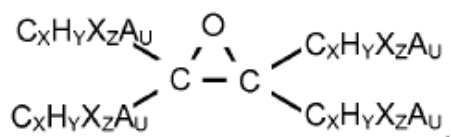
Se puede aplicar una capa de baja fricción o deslizante 710 al sustrato de soporte de carga 702, tal como con una capa adhesiva 712 u otros medios como se describe en el presente documento. La capa deslizante 710 puede comprender los materiales descritos en el presente documento. Además, la capa deslizante 710 puede incluir rellenos, tales como un relleno reductor de fricción. Entre los ejemplos de rellenos que pueden usarse en la capa deslizante 710 se incluyen fibras de vidrio, fibras de carbono, silicio, grafito, PEEK, disulfuro de molibdeno, poliéster aromático, partículas de carbono, bronce, fluoropolímero, rellenos termoplásticos, carburo de silicio, óxido de aluminio, poliamidimida (PAI), PPS, polifenileno sulfona (PPSO<sub>2</sub>), polímeros de cristal líquido (LCP), poliésteres aromáticos (Econol) y partículas minerales como wollastonita y sulfato de bario, o cualquier combinación de los mismos. Los rellenos pueden estar en forma de perlas, fibras, polvo, malla o cualquier combinación de los mismos.

En algunos modos de realización, la capa deslizante puede incluir una malla tejida o una rejilla metálica expandida. La malla tejida o la rejilla metálica expandida puede incluir un metal o una aleación metálica como aluminio, acero, acero inoxidable, bronce o similares. De forma alternativa, la malla tejida puede ser una malla de polímero tejida. En un modo de realización alternativo, la capa deslizante puede no incluir una malla o rejilla. En otro modo de realización alternativo, la malla tejida o la rejilla metálica expandida pueden incrustarse entre dos capas adhesivas.

La capa adhesiva 712 puede comprender un adhesivo de fusión en caliente. Entre los ejemplos de adhesivos que pueden utilizarse en la capa adhesiva 712 se incluyen fluoropolímeros, resinas epoxídicas, resinas de poliimida, copolímeros de poliéter/poliamida, etileno-acetatos de vinilo, etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), copolímero de ETFE, perfluoroalcoxi (PFA) o cualquier combinación de los mismos. Adicionalmente, la capa de adhesivo 712 puede incluir al menos un grupo funcional seleccionado de -C=O, -C-O-R, -COH, -COOH, -COOR, -CF<sub>2</sub>=CF-OR, o cualquier combinación de los mismos, donde R es un grupo orgánico cíclico o lineal que contiene entre 1 y 20 átomos de carbono. Adicionalmente, la capa de adhesivo 712 puede incluir un copolímero. En un modo de realización, el adhesivo de fusión en caliente puede tener una temperatura de fusión de no más de aproximadamente 250 °C, tal como no más de aproximadamente 220 °C. En otro modo de realización, la capa de adhesivo 712 se puede descomponer por encima de aproximadamente 200 °C, tal como por encima de aproximadamente 220 °C. En otros modos de realización, la temperatura de fusión del adhesivo de fusión en caliente puede ser mayor que 250 °C, incluso mayor que 300 °C.

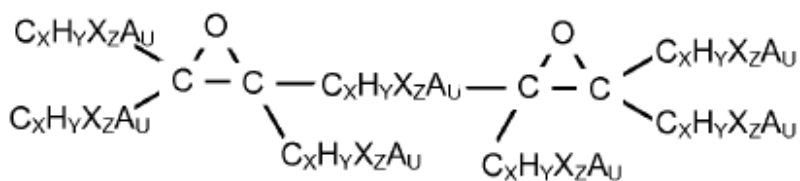
En una superficie opuesta del sustrato de soporte de carga 702 de la capa deslizante 710, se puede aplicar un recubrimiento resistente a la corrosión 714. El revestimiento resistente a la corrosión 714 puede tener un espesor de aproximadamente 1 a 50 micras, tal como aproximadamente 5 a 20 micras, y tal como aproximadamente 7 a 15 micras. El recubrimiento resistente a la corrosión puede incluir una capa promotora de adhesión 716 y una capa epoxídica 718. La capa promotora de adhesión 716 puede incluir un fosfato de cinc, hierro, manganeso, estaño o cualquier combinación de los mismos, o una capa de nano-cerámica. La capa promotora de adhesión 716 puede incluir silanos funcionales, capas a base de silano a escala nanométrica, silanos hidrolizados, promotores de la adhesión de organosilano, imprimadores de silano a base de disolvente/agua, poliolefinas cloradas, superficies pasivadas, recubrimientos de cinc (mecánico/galvánico) o cinc-níquel disponibles comercialmente, o cualquier combinación de los mismos.

La capa epoxídica 718 puede ser una epoxi curada térmicamente, una epoxi curada por UV, una epoxi curada por IR, una epoxi curada por haz de electrones, una epoxi curada por radiación o un epoxi curada al aire. Además, la resina epoxídica puede incluir poliglicidiléter, diglicidiléter, bisfenol A, bisfenol F, oxirano, oxaciclopropano, etilenoóxido, 1,2-epoxipropano, 2-metiloxirano, 9,10-epoxi-9,10-dihidroantraceno, o cualquier combinación de los mismos. La resina epoxídica puede incluir epoxis modificadas con resinas sintéticas a base de resinas fenólicas, resinas de urea, resinas de melamina, benzoguanamina con formaldehído o cualquier combinación de las mismas. A modo de ejemplo, las epoxis pueden incluir monoepóxido

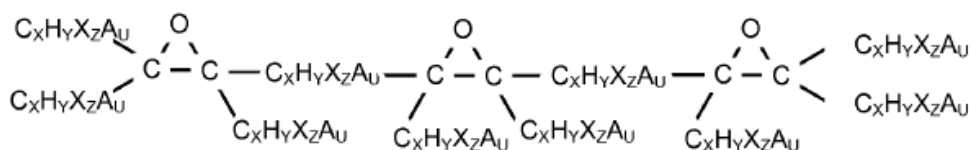


60

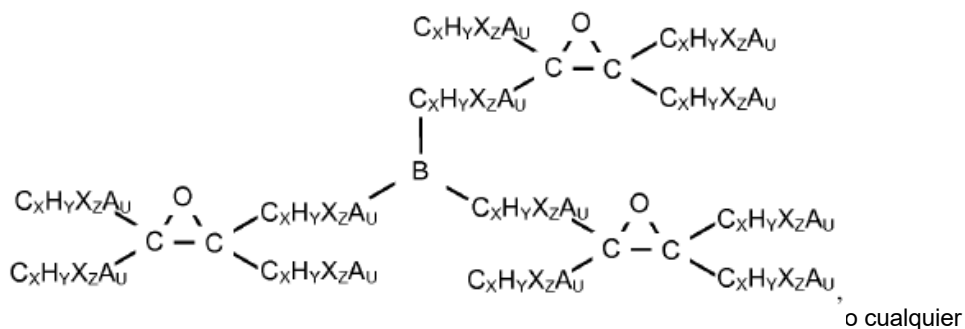
bisepóxido



5 trisepóxido lineal



10 trisepóxido ramificado



combinación de los mismos, en la que CXHYXZAU es una cadena de carbono saturada o insaturada lineal o ramificada con opcionalmente átomos de halógeno XZ sustituyendo a átomos de hidrógeno, y opcionalmente donde están presentes átomos como nitrógeno, fósforo, boro, etc. y B es uno de carbono, nitrógeno, oxígeno, fósforo, boro, azufre, etc.

La resina epoxídica puede incluir además un agente de endurecimiento. El agente de endurecimiento puede incluir aminas, anhídridos de ácido, endurecedores de fenol novolac, tales como fenol novolac poli[N-(4-hidroxifenil)maleimida] (PHPMI), fenol-formaldehídos resoles, compuestos de aminas grasas, anhídridos policarbónicos, poliacrilato, isocianatos, poliisocianatos encapsulados, complejos de trifluoruro de boro-amina, endurecedores a base de cromo, poliamidas, o cualquier combinación de los mismos. En general, los anhídridos de ácido se pueden ajustar a la fórmula R-C=O-O-C=O-R' donde R puede ser CXHYXZAU como se ha descrito anteriormente. Las aminas pueden incluir aminas alifáticas tales como monoetilamina, dietilentriamina, trietilentetraamina y similares, aminas alicíclicas, aminas aromáticas tales como aminas alifáticas cíclicas, aminas cicloalifáticas, amidoaminas, poliamidas, diciandiamidas, derivados de imidazol y similares, o cualquier combinación de los mismos. En general, las aminas pueden ser aminas primarias, aminas secundarias o aminas terciarias que se ajustan a la fórmula R1R2R3N donde R puede ser CXHYXZAU como se ha descrito anteriormente.

En un modo de realización, la capa epoxídica 718 puede incluir rellenos para mejorar la conductividad, tales como rellenos de carbono, fibras de carbono, partículas de carbono, grafito, rellenos metálicos tales como bronce, aluminio y otros metales y sus aleaciones, rellenos de óxido metálico, rellenos de carbono recubiertos de metal, rellenos de polímero recubiertos de metal, o cualquier combinación de los mismos. Los rellenos conductores pueden permitir que la corriente pase a través del recubrimiento epóxido y pueden incrementar la conductividad del casquillo recubierto en comparación con un casquillo recubierto sin rellenos conductores.

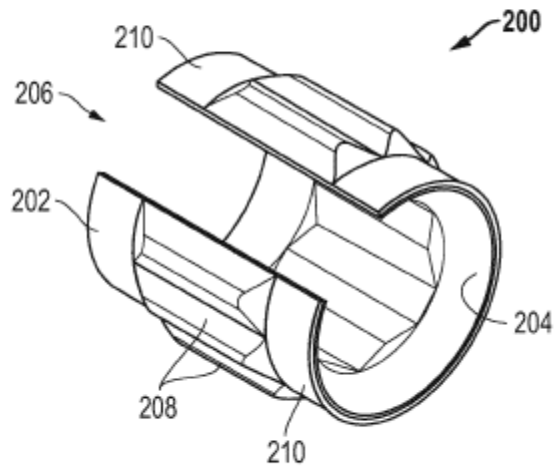
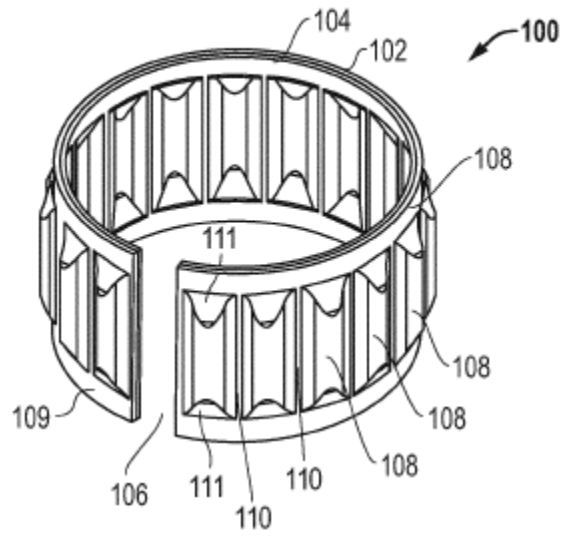
En un modo de realización, una capa epoxídica puede incrementar la resistencia a la corrosión del casquillo. Por ejemplo, la capa epoxídica 718 puede evitar sustancialmente que los elementos corrosivos, tales como agua, sales y similares, entren en contacto con el sustrato de soporte de carga, inhibiendo de este modo la corrosión química del sustrato de soporte de carga. Adicionalmente, la capa epoxídica puede inhibir la corrosión galvánica de la carcasa o el sustrato de soporte de carga al evitar el contacto entre metales diferentes. Por ejemplo, colocar un casquillo de

aluminio sin la capa epoxídica en una carcasa de magnesio puede hacer que el magnesio se oxide. Sin embargo, la capa epoxídica 718 puede evitar que el sustrato de aluminio entre en contacto con la carcasa de magnesio e inhibir la corrosión debido a una reacción galvánica.

- 5 Esta descripción escrita usa ejemplos, incluido el mejor modo, y también para permitir que los expertos en la técnica hagan y usen la invención. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Se pretende que dichos otros ejemplos estén dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales de los lenguajes literales de las reivindicaciones. Por ejemplo, los modos de realización pueden referirse a dispositivos giratorios tales como un motor eléctrico, tal como un motor de limpiaparabrisas, o aplicaciones de deslizamiento axial, tales como un mecanismo de ajuste de columna de dirección.
- 10

**REIVINDICACIONES**

1. Un anillo de tolerancia, que comprende:
- 5 una banda anular metálica y un material de baja fricción, **caracterizado por que** el material de baja fricción está laminado en la superficie de la banda,
- y **por que** el anillo de tolerancia está adaptado para proporcionar:
- 10 una rigidez radial mayor de 20 000 N/mm; y
- Un par de deslizamiento en un rango de 1 a 25 Nm.
- 15 **2.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 1, en el que la banda anular tiene un espesor radial de 0,1 a 0,7 mm, y el material de baja fricción tiene un espesor radial en un rango de 0,05 a 0,50 mm.
- 3.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 1, en el que la banda anular comprende además una capa resistente a la corrosión.
- 20 **4.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 1, en el que el anillo de tolerancia comprende además un espacio.
- 5.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 1, en el que el material metálico comprende acero de resorte, y en el que el material de baja fricción tiene un coeficiente de fricción en un intervalo de 0,04 a 0,25.
- 25 **6.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 1, en el que el material de baja fricción comprende un polímero.
- 7.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 6, en el que el material de baja fricción comprende PTFE.
- 30 **8.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 1, en el que el anillo de tolerancia incluye una pluralidad de proyecciones que se extienden en una dirección radial.
- 9.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 8, en el que las proyecciones se extienden en una dirección axial como crestas alargadas axialmente, y en el que el anillo de tolerancia comprende además bordes que se extienden circunferencialmente en los extremos axiales de las proyecciones.
- 35 **10.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 8, en el que las proyecciones están separadas circunferencialmente entre sí.
- 40 **11.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 10, en el que el material de baja fricción está laminado sobre el material metálico adyacente a las protuberancias y las secciones entre las protuberancias.
- 12.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 8, en el que las proyecciones se topan circunferencialmente entre sí.
- 45 **13.** El anillo de tolerancia según la reivindicación 1, en el que el anillo de tolerancia está adaptado para ubicarse entre un componente interno y un componente externo.



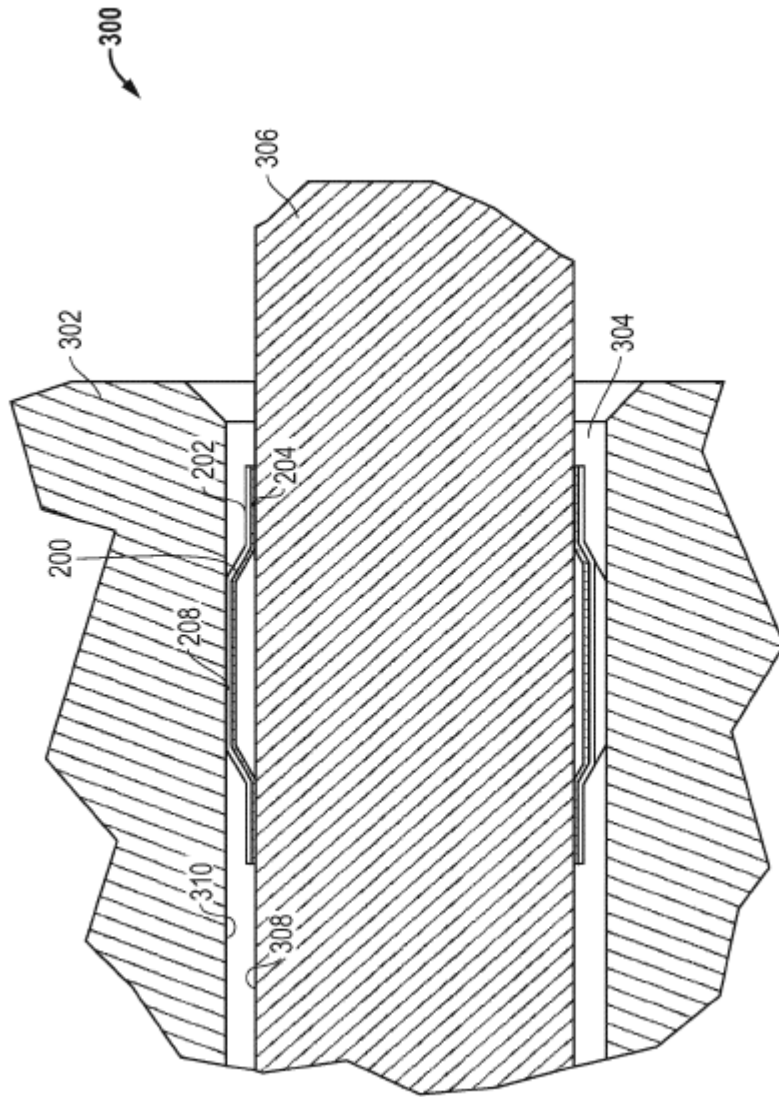


FIG. 3



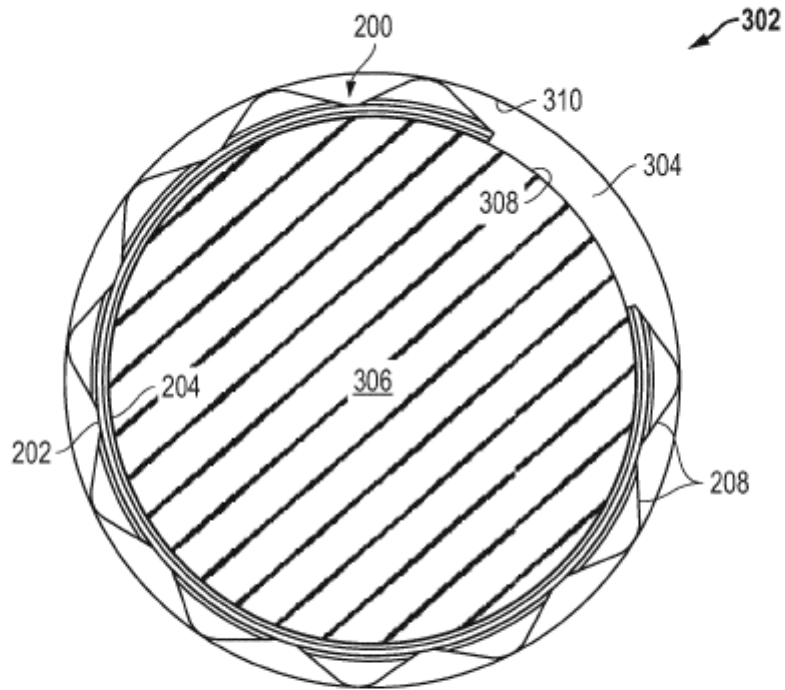


FIG. 4

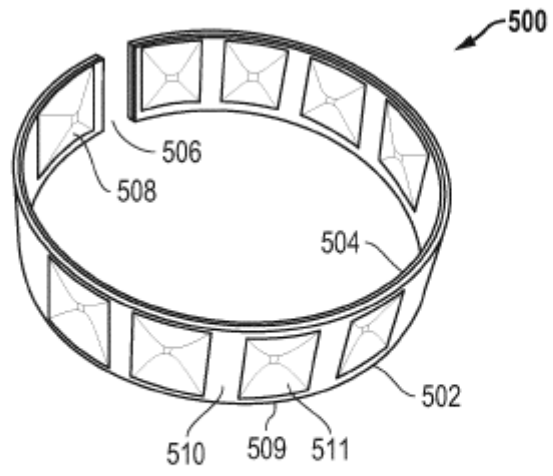


FIG. 5A

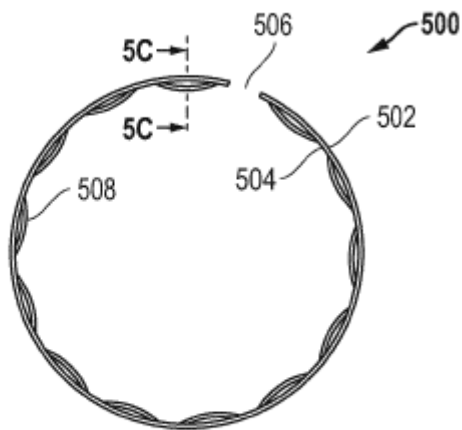


FIG. 5B



FIG. 5C

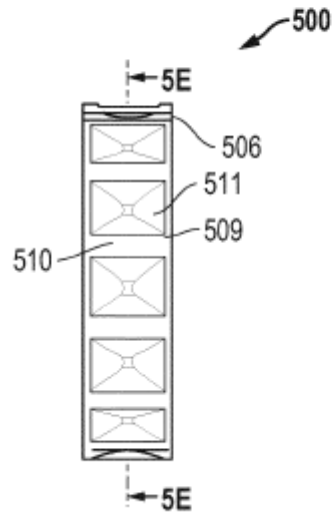


FIG. 5D

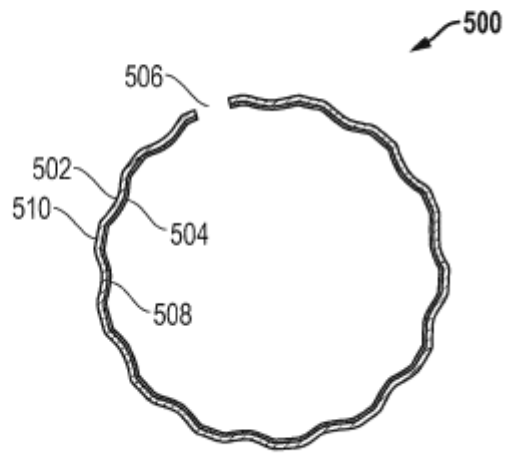


FIG. 5E

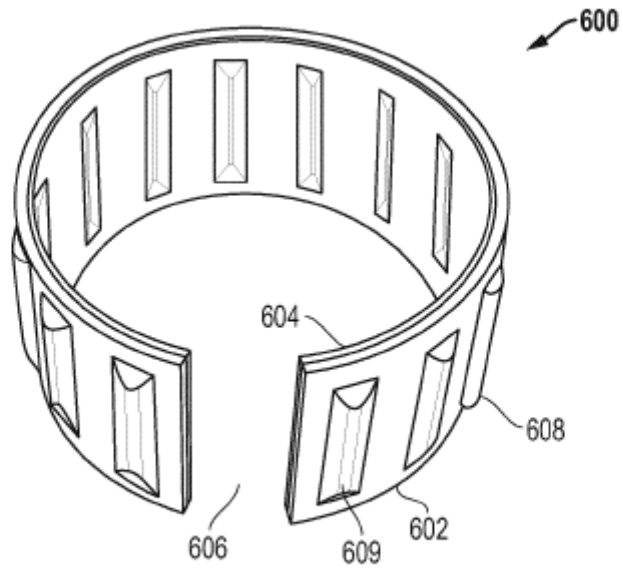


FIG. 6A

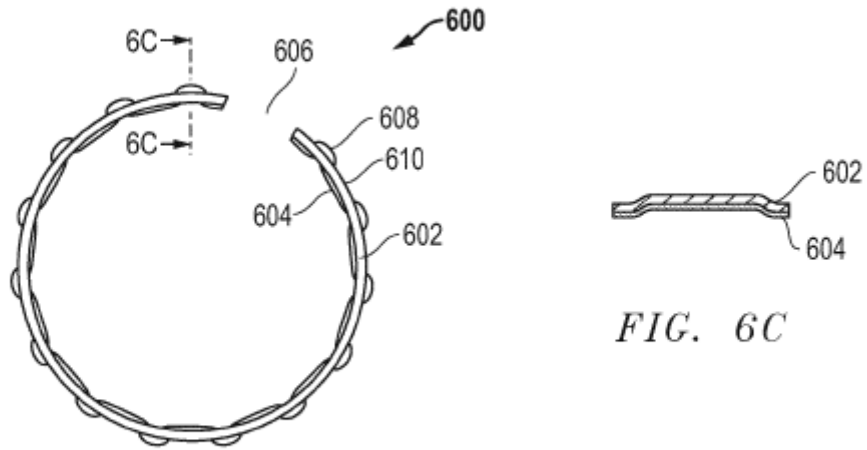


FIG. 6B

FIG. 6C

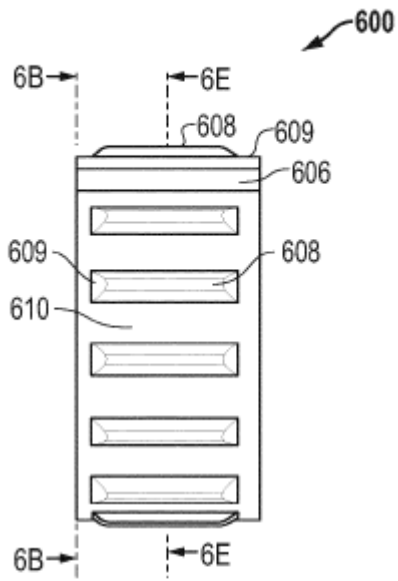


FIG. 6D

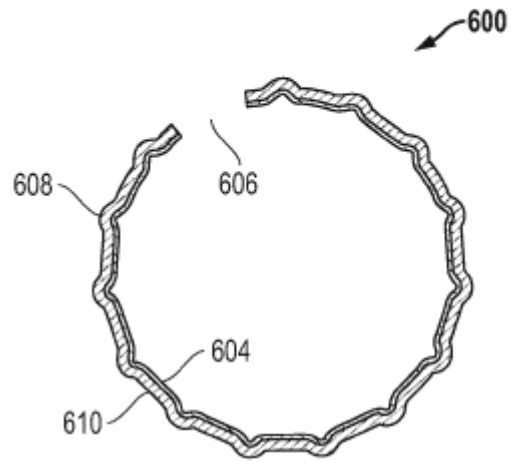


FIG. 6E

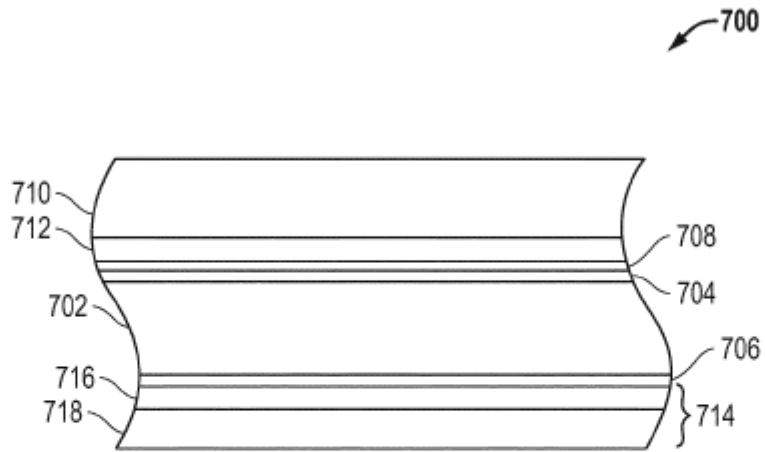


FIG. 7